

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-149954

(43)Date of publication of application : 10.06.1997

(51)Int.Cl.

A63B 53/04

(21)Application number : 08-157291

(71)Applicant : SUMITOMO RUBBER IND LTD

(22)Date of filing : 18.06.1996

(72)Inventor : ONUKI MASAHIDE
TSUNODA MASAYA
ASANO KAZUO

(30)Priority

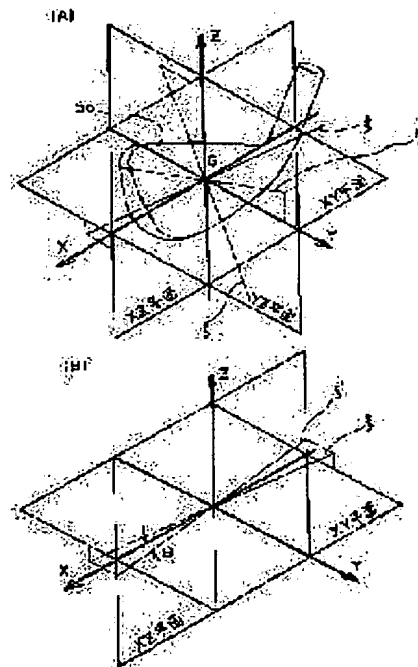
Priority number : 07246302 Priority date : 25.09.1995 Priority country : JP

(54) GOLF CLUB HEAD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the stability of the flight distance and flight direction by setting a sweet area in response to the driven ball distribution of an average golfer.

SOLUTION: When a golf club is placed on a plane at the prescribed lie angle and the loft angle, the angle θ between the X-axis and the straight line obtained by projecting the principal axis of inertia having the minimum angle against the X-axis among three principal axes of inertia ξ , η , ζ perpendicular to each other of the golf club head on the XZ plane is set to $10^\circ - 40^\circ$, where the Z-axis is the direction perpendicular to the plane, the X-axis is the axis parallel with the tangential line at the centroid of the face surface of the golf club head and perpendicular to the Z-axis, the Y-axis is the axis perpendicular to the Z-axis and the X-axis, and the origin of the coordinate axes is located at the center of gravity G of the golf club head.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.06.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3063967

[Date of registration] 12.05.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

[JP,09-149954,A]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] When a golf club arm head is installed in a plane on a predetermined rye angle and a predetermined loft angle As opposed to a tangent [in / for a direction perpendicular to this plane / a center of figure of a face side of the Z-axis and a golf club arm head] an parallel and shaft perpendicular to the above-mentioned Z-axis The X-axis, When an axis of coordinates which set a Y-axis as a shaft which intersects perpendicularly to the above-mentioned Z-axis and the X-axis, and made a zero a center of gravity of a golf club arm head is taken A golf club arm head which set a straight line to which an angle with the X-axis to make projected smallest principal axis of moment on XZ plane among three principal axes of moment which intersect perpendicularly mutually [a golf club arm head], and an angle with the X-axis to make as 10 degrees or more 40 degrees or less.

[Claim 2] A golf club arm head according to claim 1 among three principal axes of moment which intersect perpendicularly mutually with surrounding principal moment of inertia of a principal axis of moment with smallest angle with the X-axis to make smaller than principal moment of inertia of the circumference of a principal axis of moment with smallest angle with the Z-axis to make among three principal axes of moment which intersect perpendicularly mutually [the above-mentioned golf club arm head].

[Claim 3] The above-mentioned golf club arm head is a golf club arm head according to claim 1 or 2 which is 10 degrees or more, and has set up an angle which a straight line to which an angle with the X-axis to make projected smallest principal axis of moment on XZ plane among three principal axes of moment which the weight distribution are changed and intersect perpendicularly mutually [a top love arm head],

and the X-axis make so that it may become 40 or less degrees.

[Claim 4] A golf club arm head according to claim 3 which enlarges weight distribution of the tow side upper part and/or the heel side lower part.

[Claim 5] The above-mentioned golf club arm head is a golf club arm head given in any 1 term of claim 1 which is an iron mold and makes smaller than specific gravity of a material of other portions specific gravity of a material which constitutes the neck section thru/or claim 4.

[Claim 6] A golf club arm head according to claim 4 which enlarges weight distribution of the tow side upper part and/or the heel side lower part by arranging a metal with bigger specific gravity than a head member in the tow side upper part and/or the heel side lower part.

[Claim 7] When a wood mold golf club arm head is installed in a plane on a predetermined rye angle and a predetermined loft angle, are parallel to a tangent [in / for a direction perpendicular to this plane / a center of figure of a face side of the Z-axis and a golf club arm head]. And a Y-axis is set as a shaft perpendicular to the X-axis, the above-mentioned Z-axis, and the X-axis for a shaft perpendicular to the above-mentioned Z-axis. Inside of a second moment of a field which surrounds an outline of a face when seeing this golf club arm head from Y shaft orientations when an axis of coordinates which made a zero a center of gravity of a golf club arm head is taken, Are the range whose angle which a moment shaft and the above-mentioned X-axis of the minimum second moment make is zero - 20 degrees, and weight distribution of the tow side upper part and/or the heel side lower part are enlarged. A wood mold golf club arm head which an angle which a straight line to which an angle with the X-axis to make projected smallest principal axis of moment on XZ plane among three principal axes of moment which intersect perpendicularly mutually [this golf club arm head], and the X-axis make is 10 degrees or more, and was set up so that it might become 40 or less degrees.

[Claim 8] The above-mentioned wood mold golf club arm head is a wood mold golf club arm head according to claim 7 to which it is hollow structure and an average thick twist of the husks also makes size thickness of the tow side upper part and/or the heel side lower part.

[Claim 9] The above-mentioned wood mold golf club arm head is a wood mold golf club arm head according to claim 7 which is a solid or hollow structure which constituted a main part from wooden, a product made of resin, or a product made from composite, and arranges a metal weight object with bigger specific gravity than this body material in the tow side upper part and/or the heel side lower part.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the improvement in stability of flight distance and the direction of a fly by setting up SUWITO area especially according to RBI distribution of an average golfer about a golf club arm head.

[0002]

[Description of the Prior Art] The field (SUWITO area) where the restitution coefficient when carrying out the hit ball of the golf ball is high exists in the face side of a golf club arm head. If a golf ball can be applied to this SUWITO area at the time of a hit ball, big flight distance will be obtained and the directivity of a hit ball will also be stabilized. However, dispersion is in the location (RBI) where the golf ball which carries out a hit ball hits on a face side especially in the case of the average golfer (average golfer) of workmanship, it is not fixed, and the area of distribution (RBI distribution) of the RBI on a face side is comparatively large. Therefore, it is not necessarily easy for an average golfer to do the hit ball of the golf ball certainly in SUWITO area.

[0003] On the other hand, the attempt which can be made to carry out a hit ball in SUWITO area certainly is made by expanding the above-mentioned SUWITO area or doubling the location of SUWITO area with RBI distribution of a golfer conventionally.

[0004] first, as an attempt to which the above-mentioned SUWITO area is expanded From it being common knowledge that the area of SUWITO area is also large, if the moment of inertia of a golf club arm head is large For example, the club head of an iron is made into the configuration (mold cavity back configuration) where the crevice (cavity) was established in the face side and the field of the opposite side. By devising arranging weight to the periphery of an arm head, the component of a golf club arm head, and structure, and enlarging an arm head, moment of inertia is set up greatly and the attempt expanded to SUWITO area as shows the SUWITO area shown by one by 1' occurs among drawing 12 (A).

[0005] next, as an attempt which is going to double the location of SUWITO area with RBI distribution of a golfer Since the center of SUWITO area is mostly in agreement with the location of the foot of perpendicular taken down from the center of gravity of a club head to the face side, as it makes low the center-of-gravity location of a golf club arm head or drawing 12 (B) shows it By setting the center of gravity of a golf club

arm head to a tow side, the attempt which moves the SUWITO area located in the location as shown by 1 to the location shown by 1" occurs.

[0006] It corresponds to this kind of attempt, or there are the following as conventional technology relevant to this. First, paying attention to the principal axis of moment of a golf club arm head, the golf club arm head which increased moment of inertia is indicated by JP,5-57034,A by enlarging the weight distribution near this principal axis of moment.

[0007] Moreover, when carrying out the hit ball of the golf ball to JP,4-56629,B by the wood club head If an RBI separates from the center of gravity of a golf club arm head, when a club head will rotate, spin arises on a ball. If an RBI is tow approach from a center of gravity, hook spin will be applied to a golf ball. Its attention is paid to the phenomenon (the gear effect) which will require a slice pin for a golf ball if it is heel approach. This gear effect is investigated about various RBIs, and aiming at amelioration of a golf club arm head is indicated by by finding out the shaft (true axis of rotation) which constitutes the boundary of the above-mentioned hook spin and a slice pin. Moment of inertia is made to increase in ***** and this JP,4-56629,B by setting up the convex configuration of a wood club head centering on the above "the true axis of rotation", and setting up the weight distribution of the direction of a right angle greatly to "the true axis of rotation."

[0008] Moreover, in the iron of the above-mentioned mold cavity back configuration, increasing the moment of inertia of the circumference of the above-mentioned true axis of rotation is indicated by the U.S. Pat. No. 5,224,705 number by devising the configuration of a mold cavity and enlarging the weight distribution of the upper part of the tow of a golf club arm head, and the lower part of a heel.

[0009] On the other hand, this invention person investigated RBI distribution when an average golfer does the hit ball of the golf ball by actually conducting a hit ball experiment. In this investigation, about a number five iron, a driver, and three kinds of golf club arm heads of a number nine iron, 15 average golfers actually did the hit ball of the golf ball of a predetermined number, and investigated RBI distribution.

[0010] Drawing 13 shows an example (RBI distribution about one of 15 above-mentioned test subjects) of RBI distribution of a number five iron. Among this drawing 13 , when the golf club arm head 5 has been arranged at the plane 7 so that it may become the predetermined rye angle alpha and the loft angle beta as shown in drawing 14 (A) and (B), a horizontal axis x To this plane 7, it is an parallel shaft and can set on face side 5a. heel (edge by the side of neck section 5b of golf club arm head 5) 5c side [of the center of figure R of face side 5a to the golf club arm head 5], and tow

(edge of neck section 5b [of the golf club arm head 5], and the opposite side) 5d -- the distance to a side is shown. On the other hand, the axis of ordinate z shows the distance of a direction (the vertical direction) perpendicular to the above-mentioned horizontal axis x from the center of figure R of face side 5a on face side 5a.

[0011] As shown in above-mentioned drawing 13 , hit ball distribution of an average golfer leans to pars-basilaris-ossis-occipitalis 5e of the golf club arm head 5 when elliptical [long and slender] is shown in the horizontal-axis x direction as shown by 10 and elliptical [this] has arranged the golf club arm head 5 on the above-mentioned predetermined rye angle alpha and the loft square beta, and a plane 7.

[0012] About each RBI 11 shown in above-mentioned drawing 13 , the coordinate of the above-mentioned horizontal axis x and an axis of ordinate z was measured, the major axis L of the ellipse 10 which RBI distribution constitutes with the least square method was searched for further, and it asked for the inclination of the ellipse 10 which RBI distribution constitutes. As an inclination of this RBI distribution, as shown in above-mentioned drawing 14 (A) and (B) When the golf club arm head 5 has been arranged on a plane 7 so that the predetermined rye angle alpha and the loft angle beta may be formed It is a tangent [in / using the center of gravity G of the golf club arm head 5 as a zero / for the shaft of a direction perpendicular to a plane 7 / the center of figure R of Z-axis and face side 5a], and is the X-axis (in the case of an iron head) about a shaft perpendicular to the Z-axis. since face side 5a comes out and there is, a shaft [parallel to face side 5a and] perpendicular to the Z-axis turns into this X-axis. The rectangular coordinates shaft which sets a Y-axis as a shaft perpendicular to the X-axis and the Z-axis was set up, and projection line L' to XZ plane of the major axis L of the above-mentioned RBI distribution asked for the X-axis and the angle to make.

[0013] When the inclination of the above-mentioned RBI distribution when carrying out a hit ball by the number five iron was investigated about 15 test subjects, number distribution of the inclination of RBI distribution came to be shown in drawing 15 (B). Similarly, when the inclination of RBI distribution of each test subject and RBI distribution was investigated also about the driver and the number nine iron, the number distribution came to be shown in drawing 15 (A) and (C). These drawing 15 (A), (B), and (C) showed concentrating the inclination of the above-mentioned RBI distribution when an average golfer does a hit ball on the range of 10 to 40 degrees almost regardless of the class of golf club arm head.

[0014] however -- the above -- this invention -- a person -- an experiment -- having found out -- an average golfer -- an RBI -- distribution -- the above -- the

former -- SUWITO -- area -- area -- expanding -- **** -- SUWITO -- area -- a location -- changing -- an attempt -- comparing -- if -- the above -- drawing 12 -- (--- A ---) -- (--- B ---) -- being shown -- as -- an average golfer -- an RBI -- 11 -- distribution -- a major axis -- L -- an inclination -- Moreover, about the attempt to which moment of inertia is greatly carried out, and SUWITO area is expanded, when the function as a club head is taken into consideration, since weight of a club head cannot be made heavier than a certain amount of weight, there is a limit in enlarging moment of inertia.

[0015] On the other hand, it does not pass over above-mentioned JP,5-57034,A to enlarge the weight distribution near the principal axis of moment, and make moment of inertia increase, and since it is not what changes the location and inclination of SUWITO area on a face side, it cannot set SUWITO area as the RBI distribution of an average golfer which the above-mentioned this invention person found out.

[0016] Moreover, neither JP,4-56629,B nor a U.S. Pat. No. 5,224,705 number aims at amelioration of a golf club arm head as mentioned above paying attention to the true axis of rotation about the gear effect, and is not taking into consideration RBI distribution of a golfer and the relation of sweet area directly. Therefore, based on such conventional technology, it cannot be said that SUWITO area is doubled with RBI distribution of an average golfer.

[0017] On the other hand, improving a golf club arm head paying attention to RBI distribution is indicated by JP,7-124275,A. Namely, it aims at reducing the struck frequency which doubling with the major axis of the ellipse of RBI distribution the sense of the main shaft in which the minimum moment of inertia of the face configuration which RBI distribution of the golf ball on a face side is an ellipse-like, and was projected on the plane paying attention to inclining to the pars basilaris ossis occipitalis of a club head is shown is indicated by this JP,7-124275,A, and completely separates from the boundary of the face of a driver, or separates partially.

[0018]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in above-mentioned JP,7-124275,A, it is not easy to actual RBI distribution SUWITO area. The configuration of a golf club arm head with that actual reason is a three-dimensions configuration, and since it is distributed in [weight] three dimensions, it also needs to set up an inertia mho noodle in consideration of this three-dimensions-configuration and gravimetric analysis. However, in above-mentioned JP,7-124275,A, it is not easy to have doubled with th above-mentioned RBI distribution the sense which shows the minimum moment of inertia of the configuration which projected the face side on

the plane, and to double with RBI distribution of an average golfer the actual SUWITO area of a golf club arm head which considers a face side to be a plate so to speak, and does not pass in consideration of inertia mho METON of this plate, but has three-dimensions--as mentioned above a configuration and gravimetric analysis.

[0019] Moreover, even if it can consider as the configuration which made SUWITO area incline according to RBI distribution of an average golfer as a configuration of above-mentioned JP,7-124275,A, the configuration of a golf club arm head will differ from the conventional configuration greatly. In that case, in the golf said to be a very mental sport, the golf club arm head on which appearance differs from the conventional configuration is hard to be accepted in a golfer.

[0020] This invention makes it the 1st technical problem to aim at improvement in flight distance when an average golfer does the hit ball of the golf ball, the stability of a flight direction, etc. by having been made in view of the problem in the above-mentioned conventional golf club arm head, and doubling the configuration of the SUWITO area on a face side with RBI distribution of an average golfer.

[0021] Furthermore, this invention makes it the 2nd technical problem to offer the golf club arm head which is not different from the configuration of the conventional golf club arm head, when the configuration of SUWITO area is united with RBI distribution of an average golfer and made to incline.

[0022] This invention makes it the 3rd technical problem to offer the optimal structure where the configuration of SUWITO area can be united with RBI distribution of an average golfer, and can be made to incline in the golf club arm head of an iron mold and a wood mold further again.

[0023]

[Means for Solving the Problem] In order for this invention person to have first and to solve the 1st technical problem, various simulations and an experiment investigated in details effect kinetic property, such as weight of a golf club arm head and moment of inertia, affects SUWITO area of a golf club arm head, and a configuration of SUWITO area showed clearly that it is dependent on a principal axis of moment and principal moment of inertia of a club head. Hereafter, relation between SUWITO area, a principal axis of moment, and principal moment of inertia is explained.

[0024] First, although a field where a restitution coefficient on a face side is large is referred to as having described above generally as SUWITO area, there is no definition of a formula. Then, a restitution coefficient makes SUWITO area a field to which a point on a face side to which only constant value falls was connected to a restitution coefficient (the maximum restitution coefficient) in an RBI from which a restitution

coefficient on a face side serves as max. In addition, the above-mentioned restitution coefficient breaks initial velocity of a golf ball immediately after the hit ball was carried out by golf club arm head at speed of a golf club arm head in front of a moment (impact) of a hit ball. In the following explanation, constant value of a fall of the above-mentioned restitution coefficient is set to 0.02. Although a fall of 0.02 of this restitution coefficient is based also on a class and a golf ball which carries out a hit ball of a golf club arm head, it is equivalent to a fall of about 5-yard flight distance.

[0025] When a rectangular coordinates shaft (X-Y-Z coordinate system) of three dimensions is set up, the moment of inertia I_{XX} , I_{YY} , and I_{ZZ} of the circumference of the X-axis, a Y-axis, and the Z-axis is defined by the following formula.

[0026]

[Equation 1]

[0027] Moreover, the product of inertia is defined by the following formula.

[0028]

[Equation 2]

[0029] In the above-mentioned formula (1) and (2), ρ is the function of position vector r by density. When the center of gravity of the rigid body is made into the zero of the above-mentioned rectangular coordinates shaft, the relational expression of angular momentum L and angular velocity ω is expressed as follows using the above-mentioned moment of inertia and the product of inertia.

[0030]

[Equation 3]

[0031] Setting at an above-mentioned ceremony (3), L_X , L_Y , and L_Z are X [of angular momentum], Y, Z component, ω_X , and ω_Y , and ω_Z . They are X of angular velocity, Y, and Z component.

[0032] A principal axis of moment is a shaft referred to in case the axis of coordinates for considering movement of the rigid body is set up, if this principal axis of moment is taken on a rectangular coordinates shaft, among the formula (3) showing the relation between the above-mentioned angular momentum L and angular velocity ω , the non-diagonal term ($-I_{XY}$, $-I_{XZ}$, $-I_{YX}$, $-I_{YZ}$, $-I_{ZX}$, $-I_{ZY}$) of the symmetric matrix of the following three-line three trains will be set to 0, and relational expression will become independent. Therefore, the characteristic vector of the symmetric matrix of these three-line three trains shows the direction of a principal axis of moment.

[0033]

[Equation 4]

[0034] Principal moment of inertia means the moment of inertia of the circumference of a principal axis of moment.

[0035] First, as shown in drawing 16 (A), the length of X' shaft orientations (longitudinal direction) considers the relation between SUWITO area, a principal axis of moment, and principal moment of inertia about the case where a ball collides perpendicularly to the homogeneous rectangular plate 15 long enough to the length of Z' shaft orientations (lengthwise direction).

[0036] in this case, X' shaft and the direction of a major axis of SUWITO area 16 correspond, and it is long to Z'X shaft and whose direction of minor axis correspond' shaft orientations -- it becomes elliptical mostly. The major axis and minor axis of SUWITO area 16 are in agreement with X'shaft and Z' shaft, because the principal axes of moment xi and zeta of a rectangular plate 15 correspond with X'shaft and Z' shaft to X'shaft and Z' shaft, since it is symmetrical. Moreover, the SUWITO area 16 serves as a configuration long to X' shaft orientations as mentioned above because the principal moment of inertia of the circumference of the principal axis of moment zeta which is in agreement with Z' shaft is larger than the principal moment of inertia of the circumference of the principal axis of moment xi which is in agreement with X' shaft.

[0037] Next, as shown in drawing 16 (B), the weight of top-most-vertices 17b which is on one diagonal line a1 among four top-most vertices 17a, 17b, 17c, and 17d of the above-mentioned rectangular plate 15, and an about 17d portion is moved to the top-most vertices 17a and 17c on another diagonal line a2. In this case, although the total weight of board 17' is the same as the rectangular plate 15 of drawing 16 (A), the SUWITO area 16 is rotated towards the diagonal line a2 to which the above-mentioned weight was moved. Moreover, if the principal axis of moment at this time is searched for, principal axes of moment xi and zeta will also rotate to the sense of the diagonal line a2 which moved the above-mentioned weight, and will serve as a location of the shaft of the SUWITO area 16, and same location. However, since a principal axis of moment is decided by the whole weight distribution, even when a part of weight is moved as mentioned above, it does not necessarily rotate only the movement magnitude in the migration direction.

[0038] As mentioned above, when a ball collides perpendicularly to a rectangular plate 17, it turns out that it depends for the configuration of the SUWITO area 16 on the principal moment of inertia of the circumference of principal axes of moment xi and

zeta and these principal axes of moment xi and zeta. Also about the case where give the angle equivalent to the loft angle beta of the above-mentioned golf club 5 (refer to drawing 14 (B)) to a rectangular plate 15, and a ball is made to collide, further, when this invention person performed the simulation, it has checked [case / not a mere board but / of a rectangular parallelepiped fully with thickness] that the configuration of the SUWITO area on face side 5a was dependent on a principal axis of moment and principal moment of inertia.

[0039] This invention sets up SUWITO area so that RBI distribution of the average golfer who asked the above-mentioned experiment target for the configuration of SUWITO area may be suited based on the ability to set SUWITO area as a desired configuration by setup of a principal axis of moment and principal moment of inertia in this way.

[0040] Therefore, when a golf club arm head is installed in a plane on a predetermined rye angle and a predetermined loft angle, claim 1 As opposed to a tangent [in / for a direction perpendicular to this plane / the center of figure of the face side of the Z-axis and a golf club arm head] an parallel and shaft perpendicular to the above-mentioned Z-axis The X-axis, When the axis of coordinates which set the Y-axis as the shaft which intersects perpendicularly to the above-mentioned Z-axis and the X-axis, and made the zero the center of gravity of a golf club arm head is taken The golf club arm head which set the straight line to which the angle with the X-axis to make projected the smallest principal axis of moment on XZ plane among three principal axes of moment which intersect perpendicularly mutually [a golf club arm head], and the angle with the X-axis to make as 10 degrees or more 40 degrees or less is offered.

[0041] When the principal axis of moment of a golf club arm head is set up like this claim 1, the SUWITO area of a face side is in agreement with RBI distribution of an average golfer.

[0042] Claim 2 offers the golf club arm head among three principal axes of moment which intersect perpendicularly mutually with the surrounding principal moment of inertia of a principal axis of moment with the smallest angle with the X-axis to make smaller than the principal moment of inertia of the circumference of a principal axis of moment with the smallest angle with the Z-axis to make in claim 1 among three principal axes of moment which intersect perpendicularly mutually [the above-mentioned golf club arm head].

[0043] Like this claim 2, among three principal axes of moment the angle with the X-axis to make the surrounding principal moment of inertia of a small principal axis of

moment When it sets up among three principal axes of moment smaller than the principal moment of inertia of the circumference of a principal axis of moment with the smallest angle with the Z-axis to make The tow side upper part to heel side lower lay length becomes longer than right-angled lay length to this direction, and the SUWITO area of a face side becomes near with the configuration of RBI distribution of the above-mentioned average golfer.

[0044] In order to set up so that it may be 10 degrees or more and may become 40 or less degrees about the angle which the straight line to which the angle with the X-axis to make projected the smallest principal axis of moment on XZ plane among three principal axes of moment which intersect perpendicularly mutually [the above-mentioned golf club arm head], and the X-axis make, the gravimetric analysis of a golf club arm head is changed. (Claim 3) Specifically, weight distribution of the tow side upper part and/or the heel side lower part are enlarged. (Claim 4)

[0045] It is desirable to set up so that it may be 10 degrees or more and may become 40 or less degrees about the angle which the straight line to which the angle with the X-axis to make projected the smallest principal axis of moment on XZ plane among three principal axes of moment which make smaller than the specific gravity of the material of other portions the specific gravity of the material which constitutes the neck section, and intersect perpendicularly mutually [a golf club arm head] when the above-mentioned golf club arm head is an iron mold golf club arm head, and the X-axis make. (Claim 5)

[0046] Moreover, it is desirable by arranging a metal with bigger specific gravity than a head member in the tow side upper part and/or the heel side lower part to enlarge weight distribution of the tow side upper part and/or the heel side lower part. (Claim 6)

[0047] When changing the gravimetric analysis of a golf club arm head, the weight of the neck section has big effect. In order to set up the angle which the straight line to which the angle with the X-axis to make projected the smallest principal axis of moment on XZ plane among three principal axes of moment which intersect perpendicularly mutually [the above-mentioned golf club arm head], and the X-axis make so that it may be 10 degrees or more and may become 40 or less degrees The length of the neck section shortens or/and lightweight-izing are desirable. When the length of the neck section requires sufficient reinforcement to fix a shaft and an arm head and the neck section is shortened, the endurance of the neck section and the joint of a shaft becomes however, less enough [the length]. Therefore, since the neck section is not made shorter than length as required, in this invention, the

material of the neck section is using what has the small specific gravity which consists of light metals which can attain lightweight-ization, such as an aluminum alloy and a titanium alloy, as the material which constitutes the neck section, having reinforcement.

[0048] The iron mold golf club arm head of the above-mentioned configuration is made into the structure which united the insertion member made from heavy metal which manufactured with the lost wax process, for example, connected the tow side up laying-under-the-ground section and the heel side lower laying-under-the-ground section with the rib with the head main part section which consists of a light metal.

[0049] Although there are the forging method and a lost wax process as a manufacturing method of an iron mold golf club arm head, the lost wax process of the flexibility on layout is higher. Although the method of making thickness of a back face size in a necessary portion is conventionally used as a method of changing weight distribution of a golf club arm head with this lost wax process Since it generally consists of single materials, such as stainless steel, it cannot perform easily leaning the principal elastic axes which there is a limit on a weight distribution also as a size, and described thickness above to 40 or less degrees 10 degrees or more to the X-axis, with the conventional configuration maintained. Moreover, although a discharge orifice may be prepared and weight members, such as lead and a tungsten, may be inserted in this discharge orifice, in order to prepare a discharge orifice, while carrying out post processing, even if it inserted the weight member, there was a problem which requires trouble for adjusting balance allocation. Moreover, when a weight member was put in the back and carried out, the balance of the arm head itself was deviation-easy, and there was a problem which cannot offer the golf club arm head of the stable quality.

[0050] If the insertion member made from heavy metal is prepared as a weight member like claim 6, it unifies by insertion mold with a light metal to the above-mentioned problem and it prepares, processing trouble does not start and the golf club arm head of the stable quality can be offered.

[0051] What has larger specific gravity than a head main part member is used, and, as for the insertion member made from heavy metal used as the above-mentioned weight member, metals, such as a tungsten, cobalt, nickel, chromium, and a tantalum, and the alloy of those are used suitably. Moreover, when it is a metal with specific gravity smaller than an insertion member, what has as near a coefficient of linear expansion as an insertion member is used as a head main part member, for example, an insertion member considers as a tungsten, a head main part member has desirable stainless steel.

[0052] First, after the manufacturing method of the above-mentioned iron mold golf club arm head is in the condition which held the insertion member with the retaining pin in wax metal mold and pours in a wax in the space in wax metal mold, it is released from mold and creates the wax head model of an iron mold head configuration. If the tow side up laying-under-the-ground section and the heel side lower laying-under-the-ground section use what was connected with the rib as an insertion member at this time, while the installation to metal mold is easy, the location precision which a location did not move at the time of wax impregnation or the following wax elution, and was stabilized is acquired. Subsequently, the above-mentioned model is immersed in a fire-resistant milky lotion, and fire-resistant sand is covered further. After drying this, it heats, a wax is eluted and a ROSUTO wax mold (mold) is formed. This mold is calcinated at an elevated temperature, and the molten metal of the metal used as a head main part member is poured into mold, and is cast in insertion mold. After casting, a ROSUTO wax mold is crushed, ejection, the gate, etc. are excised, and the iron mold golf club arm head is finish-machined and manufactured.

[0053] Moreover, it is claim 7, and this invention is parallel to a tangent [in / for a direction perpendicular to this plane / the center of figure of the face side of the Z-axis and a golf club arm head], when a wood mold golf club arm head is installed in a plane on a predetermined rye angle and a predetermined loft angle. And a Y-axis is set as a shaft perpendicular to the X-axis, the above-mentioned Z-axis, and the X-axis for a shaft perpendicular to the above-mentioned Z-axis. The inside of the second moment of the field which surrounds the outline of the face when seeing this golf club arm head from Y shaft orientations when the axis of coordinates which made the zero the center of gravity of a golf club arm head is taken, It is the range of zero – 20 degrees about the angle which the moment shaft (shaft corresponding to the one where the moment of the moment shafts whose two exist is smaller) and the above-mentioned X-axis of the minimum second moment make. And weight distribution of the tow side upper part of this wood mold golf club arm head and/or the heel side lower part are enlarged. The wood mold golf club arm head set up so that the angle which the straight line to which the angle with the X-axis to make projected the smallest principal axis of moment on XZ plane among three principal axes of moment which intersect perpendicularly mutually [this golf club arm head], and the X-axis make might become 10 degrees – 40 degrees is offered.

[0054] In above-mentioned claim 7, the configuration of the conventional golf club arm head and a change are in the condition which is not, and offer the wood-head which doubled the inclination of SUWITO area with the inclination of RBI distribution. namely,

with the golf club arm head indicated by said JP,7-124275,A of the advanced technology Although the moment shaft with two main shorter moment-of-inertia shafts of the field where the boundary was defined by the edge of a face (namely, moment shaft of the minimum second moment) is leaned to 36 degrees from 20 degrees In this invention, SUWITO area is doubled with the inclination of an RBI portion in the wood-head which made the configuration of the conventional golf club arm head, and the approximated configuration, without hardly leaning as a range of 0 times to 20 degrees, and was made into this configuration.

[0055] Like, the average thick twist of the husks also makes size thickness of the tow side upper part and/or the heel side lower part, and the weight distribution for an RBI portion inclining and uniting the above-mentioned SUWITO area are changing weight distribution, when [according to claim 8] a wood mold golf club arm head is hollow structure. (Claim 8) As a means which makes the above-mentioned thickness size, an average thick twist may also make the thickness of the tow side upper part and/or the heel side lower part project, or thickness may be made into size as it goes to the tow side upper part and/or the heel side lower part.

[0056] Moreover, also when [according to claim 9] a wood mold golf club arm head is which structure of a solid or hollow, while the weight distribution for an RBI portion inclining and uniting SUWITO area constitute a main part from wooden, a product made of resin, or a product made from composite like, they may arrange a metal weight object with bigger specific gravity than this body material in the tow side upper part and/or the heel side lower part, and may change weight distribution into them.

[0057]

[Embodiment of the Invention] Next, this invention is explained to details based on a drawing. In addition, when the golf club arm head 5 has been arranged on a plane 7 in the following explanation so that the predetermined rye angle α and the loft angle β may be formed as shown in above-mentioned drawing 14 (A) and (B) As shown in drawing 14 (A), (B), and drawing 1 (A) and (B), the center of gravity G of the golf club arm head 5 is made into a zero. It is a tangent [in / for the shaft of a direction perpendicular to the plane 7 which has arranged the golf club arm head 5 / the center of figure R of Z-axis and face side 5a], and is the X-axis (in the case of an iron head, since face side 5a is a plane, a shaft [parallel to face side 5a and] perpendicular to the Z-axis becomes with this X-axis.) about a shaft perpendicular to the Z-axis. The rectangular coordinates shaft which sets a Y-axis as a shaft perpendicular to the X-axis and the Z-axis is set up.

[0058] As described above, RBI distribution of an average golfer is elliptical, and since

projection line L' to XZ plane of that major axis L is concentrating the X-axis and the angle to make on 40 degrees from 10 degrees, in order to double SUWITO area with this RBI distribution, it is necessary to set the inclination of the line which projected the principal axis of moment with the smallest angle with the X-axis to make to XZ plane as the range of 10 to 40 degrees.

[0059] Then, this invention person first deformed the configuration of the commercial golf club arm head 10 (FX[by SUMITOMO RUBBER INDUSTRIES, LTD.]- 31 number five irons) shown in drawing 2 (A), and investigated about inclination of a principal axis of moment. In addition, these FX-31 are the golf club arm head made into the cavity back configuration, in order to enlarge area of SUWITO area.

[0060] What is necessary is just to arrange many weight in the heel side lower part of a golf club arm head, and the tow side upper part so that clearly from the relation between the principal axis of moment in the case of the rectangular plate of said drawing 16 (A) and (B) and principal moment of inertia, and gravimetric analysis in order to lean the straight line which projected the principal axis of moment with the smallest angle with the X-axis to make on XZ plane among three principal axes of moment of a golf club arm head, and 40 degrees of angles which the X-axis makes from the above-mentioned 10 degrees. In this case, among three principal axes of moment, the surrounding principal moment of inertia of a principal axis of moment with the smallest angle with the X-axis to make becomes smaller than the principal moment of inertia of the circumference of a principal axis of moment with the smallest angle with the Z-axis to make among three principal axes of moment which intersect perpendicularly mutually, and SUWITO area serves as a long and slender configuration from the heel side lower part of the face side of a golf club arm head in the direction of the tow side upper part.

[0061] On the other hand, the straight line which projected the principal axis of moment with the smallest angle with the X-axis to make on XZ plane among three principal axes of moment, and 40 degrees of angles which the X-axis makes can be leaned from the above-mentioned 10 degrees also by arranging many weight in the heel side upper part of a golf club arm head, and the tow side lower part. However, in this case, among three principal axes of moment, the surrounding principal moment of inertia of a principal axis of moment with the smallest angle with the X-axis to make becomes larger than the principal moment of inertia of the circumference of a principal axis of moment with the smallest angle with the Z-axis to make among three principal axes of moment which intersect perpendicularly mutually, and SUWITO area does not serve as a long and slender configuration from the heel side lower part of the

face side of a golf club arm head in the direction of the tow side upper part.

[0062] The golf club arm head 10 (it is hereafter called a commercial item.) of the above-mentioned marketing Drawing 2 [golf club head 10" (example 2 of a prototype) deleted 20g, and] (D) So that the tow 10b side lower part of the golf club arm head 10 of a commercial item may be shown, as shown in drawing 2 (C) While deleting 20g of the tow 10b side lower parts of the golf club arm head 10 of a commercial item a tow -- ten -- b -- a side -- the upper part -- and -- a heel -- a side -- the lower part -- ten -- c -- a slash -- having given -- a portion -- 11 -- A -- 11 -- B -- high specific gravity -- a metal (tungsten) -- having replaced -- a golf club -- an arm head -- ten -- ' -- ' -- ' (example 3 of a prototype) -- four -- a kind -- ***** -- the inclination of a principal axis of moment -- having investigated .

[0063] Measurement of a principal axis of moment and principal moment of inertia was performed by [as being the following]. First, the three-dimension configuration of a golf club arm head is measured with a three-dimension configuration measurement machine, the PURIPU log ram for structural analyses is used based on this three-dimension shape-measurement data, and a finite-element-method (FEM) model is created. Next, a principal axis of moment and principal moment of inertia were calculated with the commercial software for analysis using this FEM model. (As this kind of software, there is general-purpose collision analysis software LS-DYNA of the Japan Research Institute sale, for example.) Although this software is analysis software which calculates the stress at the time of a collision etc., the objective principal axis of moment and the principal moment of inertia in initial form are calculable.

[0064] About the above-mentioned commercial item, the direction cosine of three principal axes of moment xi, eta, and zeta came to be shown in the following formula (5).

[0065]

[Equation 5]

[0066] The principal axes of moment xi, eta, and zeta with the smallest inner product of such direction cosines and unit-vector $e(1, 0, 0)$ of X shaft orientations are principal axes of moment with the smallest angle with the X-axis to make. For example, the direction cosine of the above-mentioned principal axis of moment xi and the inner product of unit-vector e of the above-mentioned X shaft orientations are expressed with the following formula (6).

[0067]

[Equation 6]

[0068] When the inner product of the direction cosine of three principal axes of moment ξ , η , and ζ and the unit vector of X shaft orientations was calculated about the above-mentioned commercial item and the examples 1, 2, and 3 of a prototype, the principal axis of moment ξ of all was a principal axis of moment with the smallest angle with the X-axis to make. The angle θ which projection line ξ' which projected the above-mentioned principal axis of moment ξ on XZ plane, and the X-axis make is called for by the following formula (7) from X component and Z component of a direction cosine. In addition, the positive/negative of the angle θ which the above-mentioned X-axis makes makes positive the direction of the clockwise rotation when seeing [of a Y-axis] an arm head from positive in drawing 1 (B). Therefore, angle θ currently illustrated to drawing 1 (B) is negative.

[0069]

[Equation 7]

[0070] When the straight line to which the angle with the X-axis to make projected the smallest principal axis of moment ξ on XZ plane by the above-mentioned method about the commercial item, the prototype 1, the prototype 2, and the prototype 3 as mentioned above, and the angle which the X-axis makes were measured, it became as it is shown in the following table 1.

[0071]

[A table 1]

[0072] As shown in this table 1, it has checked that inclination θ of a principal axis of moment could be set as various values to the inclination of the principal axis of moment of a commercial item 10 being -4.3 degrees by changing a weight distribution like a prototype 1, a prototype 2, and a prototype 3. In addition, like the golf club arm head 12 which it is not limited to the above-mentioned thing, for example, is shown in drawing 3 (A), to the golf club arm head of a commercial item 10, the method of changing inclination θ of a principal axis of moment may enlarge the upper limit portion of face side 12a, as a slash shows, and it may enlarge the tilt angle of the upper limit portion (top blade) of a club head. Moreover, while turning SOL thickness to tow 13b and making it thin from heel 13a in a SOL configuration like the golf club arm head 13 shown in drawing 3 (B), from heel 13a, thickness T of a top blade may be turned to tow 13b, and may be thickened gradually. In addition, it is not necessary to

necessarily lose the neck section like the above-mentioned prototypes 1, 2, and 3, and to necessarily use the alloy of high specific gravity.

[0073] Count of the above-mentioned principal axis of moment and principal moment of inertia may use the surface model created by CAD from three-dimension shape-measurement data. In this case, according to the formula of the definition which described above the moment of inertia and the product of inertia of the circumference of each axis of coordinates of the X-axis, a Y-axis, and the Z-axis through the center of gravity and center of gravity of volume which are surrounded in respect of the surface of a surface model, it asks by count. It is common to divide a CAD model into a minute volume element, to compute the moment of inertia and the product of inertia about each volume element from the location and mass for every volume element by this method, and to add about a whole product element. Moreover, a principal axis of moment calculates and asks for the characteristic value and the characteristic vector of a symmetric matrix of three-line three trains shown by the above-mentioned formula (4) in this case. under the present circumstances, the characteristic equation of the above-mentioned equation (4) -- analytical -- solving -- you may ask -- Jacobi -- you may ask by numerical calculation, such as law.

[0074] Next, as mentioned above, the configuration of SUWITO area manufactured the golf club arm head of the 1st operation gestalt to the 5th operation gestalt which has the SUWITO area of the configuration which suits RBI distribution of the average golfer whose inclination of the major axis over the above-mentioned X-axis is 10 degrees to 40 degrees based on the inclination of a principal axis of moment being changed, when changing the weight distribution of a golf club arm head depending on a principal axis of moment and principal moment of inertia.

[0075] The golf club arm head of the 1st operation gestalt to the 5th operation gestalt While setting the length of 15f of neck sections to 10mm on the basis of the golf club arm head 15 shown in drawing 4 by making into the shape of a basic form the number five iron of FX-31 by SUMITOMO RUBBER INDUSTRIES, LTD. which is the golf club arm head of the above-mentioned marketing It adjusted in the size which shows the size of each part in the following table 2, and the inclination to the X-axis of a principal axis of moment with the smallest angle to the X-axis is set as 10 degrees – the above-mentioned 40 degrees.

[0076] In the 6th operation gestalt, as shown in drawing 3 (A) and (B), the 20mm cylinder material 18 made from titanium is compared, it is bond-joint structure, and 15f of 10mm neck sections is pasted using epoxy system adhesives, and the overall length of the neck section is set to 30mm at them.

[0077] The length of 15f of neck sections and A1 I among drawing 5 The width of face of face side 15b by the side of tow 15a, In A2, blade 15d [by the side of heel 15c] width of face and C1 show the width of face of SOL 15e by the side of tow 15a, and, as for the width of face of face side 15b by the side of heel 15c, and B1, C2 shows the width of face of SOL 15e by the side of heel 15c, as for blade 15d [by the side of tow 15a] width of face, and B-2.

[0078] The size of the golf club arm head 15 of the 1st operation gestalt to the 6th operation gestalt is as being shown in the following table 2.

[0079]

[A table 2]

[0080] The golf club arm head 15 of the above-mentioned 1st operation gestalt to the 6th operation gestalt created the configuration by CAD, and was manufactured by beginning to shave a stainless steel material with NC maneuvers equipment so that it might have the size of the above-mentioned table 2. Moreover, weight was adjusted for the purpose of 250g by adjusting the configuration of the above-mentioned cavity back's crevice, and polishing processing performed fine tuning.

[0081] In addition, inclination theta of a principal axis of moment created and asked for the FEM model among a table 2 based on CAD data as mentioned above. As shown in a table 2, with the 1st to 6th operation gestalt, it is set as 40 degrees from 10 degrees whose inclinations of the X-axis and a principal axis of moment with the smallest angle to make are inclinations of RBI distribution of the above-mentioned average golfer.

[0082] As described above, the configuration of the SUWITO area of a golf club arm head is set as the range of 10 to 40 degrees whose SUWITO area is also the inclination of RBI distribution of an average golfer, when the inclination of the X-axis and a principal axis of moment with the smallest angle to make is set as the above-mentioned range, in order to be dependent on the inclination of a principal axis of moment.

[0083] Although it is set as the range of the SUWITO area of the average golfer who described above the inclination of the X-axis and a principal axis of moment with the smallest angle to make with the 6th operation gestalt from the 1st operation gestalt, it depends for the configuration of SUWITO area also on principal moment of inertia as mentioned above. About this point, it is desirable to set up smaller than the principal moment of inertia of the circumference of a principal axis of moment with the small angle with the Z-axis to make the principal moment of inertia of the circumference of a principal axis of moment with the smallest angle with the X-axis to make among

three principal axes of moment. If principal moment of inertia is set up in this way, SUWITO area serves as a configuration long and slender in the direction of the tow side upper part from the heel side lower part of the face side of a golf club arm head, and suits with the configuration of the RBI distribution of an average golfer shown in said drawing 13 .

[0084] The experiment for checking the effect of the golf club arm head of the above-mentioned 1st operation gestalt to the 6th operation gestalt was conducted. In this experiment, the hit ball of the golf ball was actually carried out with the golf club arm head 15 of the above-mentioned 1st operation gestalt to the 6th operation gestalt, and the restitution coefficient was measured. Moreover, the golf club arm head of the example of the 1st to 3rd comparison was manufactured, and it compared with the golf club arm head of the above-mentioned 1st operation gestalt to the 6th operation gestalt. The size of the golf club arm head of the example of the 1st to 3rd comparison is as being shown in the above-mentioned table 2. The example of the 1st comparison is the number five iron equivalent configuration of DP-201 by SUMITOMO RUBBER INDUSTRIES, LTD., and the example of the 2nd comparison is the above-mentioned number five iron equivalent configuration of FX-31 by SUMITOMO RUBBER INDUSTRIES, LTD. The flat back configuration where the example of the 1st comparison has not prepared the mold cavity in the back, and the example of the 2nd and 3rd comparison are cavity back configurations like the above 1st to the 6th operation gestalt, and the quality of the material is stainless steel.

[0085] In this experiment, with the swing jazz robot, the hit ball of the golf ball was carried out from the above 1st with the golf club arm head of the 6th operation gestalt and the example of the 1st to 3rd comparison, the restitution coefficient of the location A on face side 15a of the golf club arm head 15 shown by drawing 6 and a location B was measured, and both were compared. In addition, the head speed at the time of a hit ball was set [s] up in about 38m /, and carried out the hit ball at a time five balls, respectively about the location A and location B of each golf club arm head.

[0086] The above-mentioned location A is a location at which the perpendicular taken down from the center of gravity of a golf club arm head to the face side and a face cross, and a restitution coefficient serves as max mostly as mentioned above in this location A. On the other hand, a location B is 5mm in location in 10mm and the top direction on [the above-mentioned location A to] the face side 15 at the tow 15a side.

[0087] The straight line M to which having asked for the restitution coefficient of a location B connects a location A and a location B as shown in drawing 6 The angle

gamma to the horizontal direction on face side 15b is about 27 degrees. The angle to the X-axis when projecting this straight line M on XZ plane in XYZ system of coordinates is 24.0 degrees, and it is because it is in agreement in the direction with most number among number distribution of the inclination of the RBI distribution shown in above-mentioned drawing 15 (A) – (C). That is, it is because the fall of the restitution coefficient of a location B to the restitution coefficient of the above-mentioned location A will become small if sweet area leans at the same angle as the major axis of the range of the above-mentioned RBI distribution.

[0088] It is as [being shown comparatively (decreasing rate of a restitution coefficient) in the above-mentioned table 2] the restitution coefficient in the location B to the restitution coefficient in the location A in the golf club arm head of the 1st to 6th operation gestalt, and the example of the 1st to 3rd comparison, and a location B, and the restitution coefficient of a location A.

[0089] From this table 2, it has checked that the fall of the restitution coefficient of a location B to the restitution coefficient of a location A was small as compared with the example of the 1st to 3rd comparison, and distribution of sweet area was in agreement with RBI distribution of an average golfer with the golf club arm head of the 1st to 6th operation gestalt.

[0090] About the above-mentioned iron mold golf club arm head, it is desirable that the angle to the X-axis sets the inclination to the X-axis of the smallest principal axis of moment as 10 degrees – the above-mentioned 40 degrees, and also makes the inclination of SUWITO area in agreement with the inclination of RBI distribution as structure of the 7th operation gestalt shown in drawing 7 . Drawing 8 (A) – (D) is a drawing for explaining the manufacture method of the iron mold golf club arm head shown in drawing 7 .

[0091] The iron mold golf club arm head 100 of the above-mentioned 7th operation gestalt is manufactured with the lost wax process, and the insertion member 21 which becomes the head main part section 20 which consists of a light metal compared with an insertion member from a heavy metal compared with a head main part is laid underground. The insertion member 21 consists of rib 21c which connects heel side lower laying-under-the-ground section 21b laid under the lower part of tow side up laying-under-the-ground section 21a laid under the upper part by the side of tow 100a, and heel side 100c, and these laying-under-the-ground sections 21a and 21b. With the 7th operation gestalt, while forming the head main part section 20 by stainless steel, the insertion member 21 is formed with the tungsten. As shown in drawing 8 , the laying-under-the-ground sections 21a and 21b are tabular [of an

abbreviation triangle], and tow side up laying-under-the-ground section 21a is incurvating the insertion member 21 a little.

[0092] Abbreviation $6.1 \times 10^{-6}/\text{degree C}$ and thermal conductivity are [in / on 20 degrees C – 200 degrees C and / member / 21 / which consists of the above-mentioned tungsten / insertion / in coefficient of linear expansion / abbreviation $5.7 \times 10^{-6}/\text{degree C}$ and room temperature -800 degree C] $0.17 \text{ cal/cm-sand}^{**}$ at room temperature -400 degree C . On the other hand, coefficient of linear expansion is [abbreviation $17.0 \times 10^{-6}/\text{degree C}$ and the thermal conductivity of the head main part section 20 which consists of stainless steel] $0.18 \text{ cal/cm-sand}^{**}$ at 0 degree C in 25 degrees C.

[0093] As mentioned above, as for the insertion member 21 and the head main part member 20, it is desirable to use what coefficient of linear expansion and thermal conductivity approximated. In addition, it is not limited above, but the head main part member of specific gravity is smaller than an insertion member, and the quality of the material of the insertion member 21 and the head main part member 20 will be suitably used, if coefficient of linear expansion and thermal conductivity approximate.

[0094] As a manufacturing method of the above-mentioned iron mold golf club arm head 100, as described above, the ROSUTO wax method is used, and as the above-mentioned insertion member 21 shown in drawing 8 (A) is shown in drawing 8 (B), positioning maintenance of the insertion member 21 is first carried out into the wax metal mold 30 in a predetermined location in the condition of having held by 21d of retaining pins which protruded from this insertion member 21. In this condition, the melting wax 33 is poured into space 30a in the wax metal mold 30 from gate 30b. After a wax 33 solidifies, it releases from mold, takes out from the wax metal mold 30, and the wax head model 34 of the iron mold head configuration shown in drawing 8 (C) is created. Subsequently, the above-mentioned wax head model 34 is immersed in a fire-resistant milky lotion, and fire-resistant sand 35 is covered further. Subsequently, after drying, it heats and the ROSUTO wax mold (mold) 35 which is eluted and shows a wax 33 to drawing 8 (D) is formed. This mold 35 is calcinated at an elevated temperature, the molten metal of the metal used as a head main part member is slushed into mold, and the insertion member 21 is cast in *****. After casting, the ROSUTO wax mold 35 is crushed and the iron mold golf club arm head 100 which excises ejection, the gate, etc., finish-machines an iron mold golf club arm head, and shows it to drawing 7 is manufactured.

[0095] The iron mold golf club arm head 100 of the 7th operation gestalt shown in drawing 7 Weight the width of face A1 by the side of tow 100a of 250g and farce side

100b 51.5mm, For width of face (32.5mm and blade 100d by the side of a tow) B1, width-of-face B-2 (4.0mm and blade 100d by the side of a heel) is [the width of face A2 of heel side 100c / the width of face C2 of SOL 100e by the side of 16.5mm and a heel of the width of face C1 of SOL 100e by the side of 4.0mm and a tow] 11.0mm. Moreover, neck length is 30mm.

[0096] Inclination theta to the X-axis of a principal axis of moment with the smallest angle to the X-axis of the above-mentioned golf club arm head 100 was 15 degrees, and the range of the range of RBI distribution of the above-mentioned average golfer of it was 10 degrees – 40 degrees.

[0097] The above-mentioned iron mold golf club arm head 100 Since the insertion member 21 is inserted and necessary mass is given to the tow side upper part and the heel side lower part by the product made from a ROSUTO wax, Weight distribution are already made by necessary allocation, and therefore, the manufactured arm head itself can obtain the golf club arm head to which principal elastic axes xi inclined within the limits of 10 degrees – 40 degrees to the X-axis, without inserting a balance member at an after production process. Thus, since weight distribution are already made when manufactured, directional stability serves as a good golf club arm head.

[0098] Moreover, since the insertion member 21 has connected tow side up laying-under-the-ground section 21a and heel side lower laying-under-the-ground section 21b by rib 21c, endurance is excellent. And a principal axis of moment xi can be leaned to a necessary angle, maintaining the conventional configuration, since weight distribution necessary by laying the insertion member 21 underground are made.

[0099] Drawing 9 thru/or drawing 11 show the golf club arm head 200 of the wood mold of the 8th operation gestalt to the 13th operation gestalt. Without changing most of a conventional golf club arm head and a conventional configuration, the wood mold golf club arm head 200 of these 8th operation gestalt to the 13th operation gestalt sets a principal axis of moment xi as the range of 10 degrees – 40 degrees to the X-axis, and is made to correspond with RBI distribution of an average golfer.

[0100] When it installs in a plane 7 so that the predetermined rye angle alpha and the loft angle beta may be formed as shown in drawing 9 , the above-mentioned wood mold golf club arm head 200 Are parallel to a tangent [in / for a direction perpendicular to this plane 7 / the center of figure of face side 200b of the Z-axis and a golf club arm head]. And a Y-axis is set as a shaft perpendicular to the X-axis, the above-mentioned Z-axis, and the X-axis for a shaft perpendicular to the above-mentioned Z-axis. The inside of the second moment of the field which

surrounds the outline of face side 200b when seeing this golf club arm head 200 from Y shaft orientations when a zero is taken at the center of gravity G of a golf club arm head, The angle which the moment shaft and the above-mentioned X-axis of the minimum second moment make is made into the same range of 0 degree – 20 degrees as the conventional golf club arm head and abbreviation (the 8th operation gestalt 5 degrees).

[0101] When the above-mentioned golf club arm head is seen from Y shaft orientations, the method of consisting of a production process of following ** – ** is adopted as how to ask for inclination θ of the moment shaft over the angle which the moment shaft (shaft corresponding to the one where the moment of the moment shafts whose two exist is smaller) and the above-mentioned X-axis of the minimum second moment make among the second moments of the field surrounding the outline of a face side, i.e., the X-axis.

[0102] ** Take a photograph of a wood mold golf club arm head from Y shaft orientations, divide a face outline into about 60, and read as an axis of coordinates with a digitizer.

** Divide into the minute field of about 200 square shapes [four] the field which the above-mentioned face outline surrounds, and compute the coordinate of each top-most vertices.

** Search for the area A_k of the k-th minute field, and the coordinate of the center of figure for the position vector r_G of the whole center of figure from a degree type as position vector $r_k = (X_k, Y_k)$.

[0103]

[Equation 8]

[0104] ** a center of figure -- a passage -- a groval coordinate system -- an axis of coordinates -- XY -- being parallel -- an axis of coordinates -- X -- ' -- Y -- ' -- the surroundings -- a second moment -- the following formula -- calculating .

[0105]

[Equation 9]

[0106] At this time, the characteristic vector corresponding to characteristic value with the smaller matrix of the following formula 10 serves as a main shaft (moment shaft) over the minimum second moment.

[0107]

[Equation 10]

[0108] The golf club arm head 200 of the 8th operation gestalt to the 13th operation gestalt As mentioned above, the inside of the second moment of the field which surrounds the outline of a face side when a golf club arm head is seen from Y shaft orientations, Inclination θ_{tam} of the moment shaft over the angle which the moment shaft and the above-mentioned X-axis of the minimum second moment make, i.e., the X-axis, as a range of 0 degree – 20 degrees Suppose that it is the same as that of the conventional golf club arm head and abbreviation, in the case of a hollow arm head, change a internal structure, and, in the case of a solid arm head, a weight object is arranged in the upper part by the side of tow 200a, and/or the lower part by the side of heel 200c. Where the appearance of the conventional golf club arm head is maintained by changing weight distribution It has set up so that angle θ_{taf} which the straight line to which the angle with the X-axis to make projected the smallest principal axis of moment on XZ plane among three principal axes of moment with which the golf club arm head 200 intersects perpendicularly mutually, and the X-axis make may become 40 degrees or less at 10 degrees or more.

[0109] Since the golf club arm head 200 of the 8th operation gestalt to the 13th operation gestalt of the above-mentioned structure makes the appearance configuration be the same as that of the conventional golf club arm head, while being easy to be accepted in a golfer, since the inclination of the major axis of the range of RBI distribution of an average golfer and the inclination of SUUITO area are made the same, an average golfer can do the hit ball of the golf ball certainly in SUUITO area like the golf club arm head of said the 1st – 7th operation gestalt.

[0110] The item of the 13th operation gestalt and the example of the 4th comparison of the example of a comparison is shown in the following table 3 from the 8th operation gestalt. In addition, although appearance is the same as the example 4 of a comparison, the 8th operation gestalt is what reduced the whole arm head except a neck 90% before and after four directions, and is mostly similar.

[0111]

[A table 3]

[0112] The wood mold golf club arm head (it abbreviates to a wood-head hereafter) of the 8th operation gestalt to the 13th operation gestalt Wood-head TOUR by SUMITOMO RUBBER INDUSTRIES, LTD. used as the example of the 4th comparison It has the shape of SPECIAL'91 and isomorphism. Since the angle which the main shaft (moment shaft) and the X-axis of the minimum second moment of the second

moments of the field which the outline of the face of the golf club arm head of this example of the 4th comparison surrounds make is 5 degrees, the golf club arm head of the 8th operation gestalt to the 13th operation gestalt of the above-mentioned angle is also 5 degrees.

[0113] The wood-head of the example of the 4th comparison is hollow structure, and is formed by stainless steel. The wood mold golf club arm head (it abbreviates to a wood-head) of the 8th operation gestalt is hollow structure, compared with the example of the 4th comparison, makes thickness of husks thin by face 200b, crown 200g, SOL 200e, and neck 200f, and has distributed equally to the upper part of tow 200a, and the lower part of heel 200c a part for the weight which became light by the analog, and this weight (51g) made thin. Specifically, the stainless steel lump of (25.5g) was fixed by welding to the inside of the above-mentioned tow side upper part of husks, and the heel side lower part, respectively.

[0114] With hollow structure, the wood-head of the 9th operation gestalt was also formed with the titanium alloy with specific gravity smaller than the stainless steel of the example of the 4th comparison, and distributed the weight (90g) which ran short equally to the tow side upper part and the heel side lower part. Specifically, the titanium-alloy lump of 45g of ***** was fixed for the internal configuration of the husks of an arm head by welding to the husks inside of the tow side upper part and the heel side lower part.

[0115] With hollow structure, with the titanium alloy, it formed, and adhesives were used [the internal configuration of the husks of an arm head] for the tungsten alloy lump of 45g of ***** at the husks inside of the tow side upper part and the heel side lower part, and the wood-head of the 10th operation gestalt as well as the 9th operation gestalt fixed the weight (90g) which ran short. In addition, it may change into fixing by adhesives and technique, such as a shrink fitting and an insert, may be used. The 10th operation gestalt makes volume of a weight object small by using the material of high specific gravity, and a difference of this 10th operation gestalt and the above-mentioned 9th operation gestalt leans a principal axis of moment by allotting efficiently a desired location by weight, and makes ** of a principal axis of moment size rather than the 8th operation gestalt. Moreover, it is advantageous also at the point which is easy to distribute to the location distant from the center of gravity, and enlarges moment of inertia.

[0116] The wood-head of the 11th operation gestalt also made thickness of a face, crown, and a SOL thin by having formed with the titanium alloy with hollow structure compared with the example of the 4th comparison, and the thickness has lost the

protrusion of a neck further. The weight which ran short was as large as (120g), used adhesives at the husks inside of the tow side upper part and the heel side lower part, and fixed [this weight that ran short] the internal configuration of the husks of an arm head for the tungsten alloy lump of 60g of *****, respectively. With this 11th operation gestalt, although bonding strength with a shaft and the reinforcement of the whole arm head fall a little, it can use for test forming of the golfer of 38 or less m/s of head speed.

[0117] The wood-head and appearance of the example of the 4th comparison are not changed with hollow structure, but the wood-head of the 12th operation gestalt also makes thickness size as it goes crown thickness to a tow side by the heel side as 1mm, and it was made to be set to 10mm near a tow tip. On the other hand, thickness of a SOL was set to 10mm by the heel side, and it was set to 1.5mm near the tow tip as thin meat as it went to the tow side. manufacture although it is a little inefficient, since a dissimilar metal is not used to leaning a principal axis of moment with this 11th operation gestalt -- it is easy and the stress concentration generated when thickness does not continue can be avoided.

[0118] The wood-head of the 13th operation gestalt is wooden (product made from a persimmon) solid structure, and is the wood-head PRO by SUMITOMO RUBBER INDUSTRIES, LTD. MODEL It is the configuration which reduced DP-901 about 95% before and after four directions, and 55g of weights was attached so that it might become the aim head weight of 195g. 55g of weights was used as the stainless steel lump, and it divided them into 27.5g at a time, and they laid weight under the tow side upper part and the heel side lower part. The inclination of the principal axis of moment in this case was 11 degrees.

[0119] In order to check the effect of the wood mold golf club arm head of the above-mentioned 8th operation gestalt thru/or the 13th operation gestalt, A restitution coefficient (ball speed / head speed) is measured in the RBI location shown in drawing 10 using a swing jazz robot about the 10th operation gestalt and the example of the 4th comparison which are the 1 operation gestalt, respectively. It was made to display by the high line -- distribution of the restitution coefficient to each RBI location is shown in drawing 11 (A) and (B) using analysis software (NECCorp. micro-RESEARCHER).

[0120] The RBI location shown in above-mentioned drawing 10 opened the gap of 5mm downward from the face at the heel 200c side in five RBIs (A-E) and each [these] RBI location A-E at intervals of 5mm from the tow 200a side on the basis of the center of figure R of a face, and made it 25 RBIs of five RBIs (Af-Aj....Ef-Ej). The

restitution coefficient of one RBI used the average of the restitution coefficient of 6 **.

[0121] The contour line of drawing 11 (A) shows the contour line of the restitution coefficient of the example of the 4th comparison, and drawing 11 (B) shows the contour line of the restitution coefficient of the 10th operation gestalt. With the golf club arm head of the conventional example of the 4th comparison, it is in the condition which an inclination does not have the contour line of a restitution coefficient at a heel and tow side, or went up to the heel side by inclination θ_{tag} so that more clearly than drawing 11 (A) and (B). On the other hand, with the 10th operation gestalt, it leaned towards the tow side upper part from the heel side lower part. When it projected on XZ plane about 17.2 degrees on a face side, this inclination θ_{tag} is 16.9 degrees and was mostly in agreement with the inclination of a principal axis of moment.

[0122] Moreover, also when the golf club arm head of the 10th operation gestalt and the example of the 4th comparison was used for the average golfer, the test-forming test was given to him, and the sweet spot of an arm head was removed a little in the tow side upper part or the heel side lower part and carried out a hit ball to them [when the golf club arm head of the 10th operation gestalt is used / the golf club arm head of the example of the 4th comparison], repulsion has been improved and evaluation that the impact at the time of an

[0123]

[Effect of the Invention] Since the angle of the straight line and the X-axis to which the X-axis and the angle to make projected the smallest principal axis of moment on XZ plane to make is set as 10 degrees or more 40 degrees or less among three principal axes of moment, the SUWITO area of a face side can be made mostly in agreement with RBI distribution of an average golfer with the golf club arm head of claim 1 so that more clearly than the above explanation. Therefore, with the golf club arm head of claim 1, also when an average golfer does a hit ball, the hit ball of the golf ball can be carried out certainly in SUWITO area, and the flight distance of a golf ball and the stability of a flight direction can be improved.

[0124] Like claim 2, among the three above-mentioned principal axes of moment the angle with the X-axis to make the surrounding principal moment of inertia of a small principal axis of moment When it sets up among three principal axes of moment smaller than the principal moment of inertia of the circumference of a principal axis of moment with the smallest angle with the Z-axis to make The tow side upper part to heel side lower lay length becomes longer than right-angled lay length to this direction, and the SUWITO area of a face side becomes near with the configuration of RBI

distribution of the above-mentioned average golfer. Therefore, when an average golfer does the hit ball of the golf ball, the probability for a golf ball to hit SUWITO area becomes still higher, and can improve more the flight distance of a golf ball, and the stability of a flight direction.

[0125] Without changing an appearance so much like claim 3, if weight distribution of a golf club arm head are changed, among three principal axes of moment, the angle of the straight line and the X-axis which projected the X-axis and a principal axis of moment with the smallest angle to make on XZ plane to make can be set as 10 degrees or more 40 degrees or less, and the SUWITO area of a face side can be made mostly in agreement with RBI distribution of an average golfer.

[0126] Especially, like claim 4 and claim 6, if weight distribution of the tow side upper part and the heel side lower part are enlarged, or if the neck section is formed with a material with specific gravity smaller than other portions like claim 5, the above-mentioned angle can be easily set as 10 degrees or more 40 degrees or less.

[0127] Moreover, in a wood mold golf club arm head according to claim 7, the inclination of SUWITO area can be doubled with the inclination of RBI distribution in the configuration which hardly changes to the configuration of the conventional wood mold golf club arm head. Therefore, when an average golfer does the hit ball of the golf ball using a wood mold golf club arm head, the probability for a golf ball to hit SUWITO area can be raised, and the stability of the flight direction of stability of flight distance can be raised.

[0128] Also in the above-mentioned wood mold golf club arm head, like, if weight distribution of the tow side upper part and the heel side lower part are enlarged, the inclination of SUWITO area can be easily doubled with the inclination of RBI distribution, without [claim 8 and / according to claim 9] hardly changing the configuration of a wood mold golf club arm head with the former.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] An outline perspective diagram for (A) to explain a setup of the coordinate in this invention and (B) are the outline perspective diagrams for setting up the principal axis of moment of the golf club arm head concerning this invention.

[Drawing 2] The front view in which (A) shows a commercial golf club arm head (FX-31), the front view in which (B) shows the golf club arm head of the example 1 of

a prototype, the front view in which (C) shows the golf club arm head of the example 2 of a prototype, and (D) are the front view showing the golf club arm head of the example 3 of a prototype.

[Drawing 3] (A) and (B) are the front view showing the golf club arm head which changed the weight distribution by other methods.

[Drawing 4] It is the outline cross section in which (A) shows the front view of the golf club arm head of the 6th operation gestalt, and (B) shows the formation method of the neck section.

[Drawing 5] It is drawing for explaining the size of the iron mold golf club arm head of the 1st – the 6th operation gestalt, and (A) is the front view of a golf club arm head, and (B) is the side elevation of a golf club arm head.

[Drawing 6] It is the front view of the iron mold golf club arm head for explaining the RBI location in an experiment.

[Drawing 7] It is the front view of the iron mold golf club arm head of the 7th operation gestalt.

[Drawing 8] (A) Or (D) is the schematic diagram showing the manufacturing process of the golf club arm head of the 7th operation gestalt.

[Drawing 9] Front view for (A) to explain the wood mold golf club arm head of the 8th operation gestalt thru/or the 13th operation gestalt and (B) are the side elevations of (A).

[Drawing 10] It is the front view of the wood mold golf club arm head for explaining the RBI location in an experiment.

[Drawing 11] A high diagram -- (A) shows the experimental result of the example 4 of a comparison -- and (B) are high diagrams -- the experimental result of the 10th operation gestalt is shown.

[Drawing 12] The front view showing the golf club arm head to which (A) expanded the conventional SUWITO area, and (B) are the front view showing the golf club arm head which changed the location of the conventional SUWITO area.

[Drawing 13] It is the diagram showing an example of the RBI distribution of an average golfer which this invention person searched for by experiment.

[Drawing 14] (A) The front view of the golf club arm head for explaining a rye angle and (B) are the side elevations of the golf club arm head for explaining a loft angle.

[Drawing 15] It is the graph which shows number distribution of the inclination of the RBI distribution of an average golfer which this invention person searched for by experiment, and, as for (A), in the case of the driver, in the case of the number five iron, (B) shows the case of a number nine iron, as for (C).

[Drawing 16] It is drawing for explaining the relation between the principal axis of moment in the case of a rectangular plate and principal moment of inertia, and SUWITO area, and the front view in which (A) shows a rectangular plate, and (B) are the front view showing the condition of having moved to other top-most vertices near [a part of] the top-most vertices of a rectangular plate.

[Description of Notations]

5, 10, 12, 13, 15, 200 Golf club arm head

xi, eta, zeta Principal axis of moment

5a, 15b Face side

5c, 15c Heel

5d, 15a Tow

15d Top blade

15e SOL

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-149954

(43) 公開日 平成9年(1997)6月10日

(51) Int.Cl.⁶

A 6 3 B 53/04

識別記号

庁内整理番号

F I

A 6 3 B 53/04

技術表示箇所

E

A

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平8-157291

(22) 出願日 平成8年(1996)6月18日

(31) 優先権主張番号 特願平7-246302

(32) 優先日 平7(1995)9月25日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000183233

住友ゴム工業株式会社

兵庫県神戸市中央区脇浜町3丁目6番9号

(72) 発明者 大貫 正秀

兵庫県三木市別所町下石野722-2

(72) 発明者 角田 昌也

兵庫県明石市魚住町清水41番地の1 住友
ゴム工業株式会社魚住寮

(72) 発明者 浅野 一夫

兵庫県神戸市北区ひよどり台3-2, 6-
103

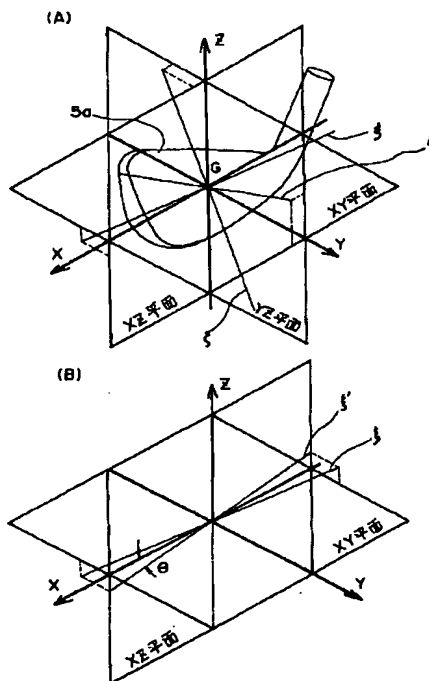
(74) 代理人 弁理士 大和田 和美

(54) 【発明の名称】 ゴルフクラブヘッド

(57) 【要約】

【課題】 アベレージゴルファーの打球分布に合わせてスイートエリアを設定することによる飛距離と飛行方向の安定性向上。

【解決手段】 ゴルフクラブヘッド5を所定のライ角 α およびロフト角 β で平面に設置した場合に、該平面に垂直な方向をZ軸、ゴルフクラブヘッドのフェース面の図心における接線に対して平行でかつ上記Z軸に垂直な軸をX軸、上記Z軸及びX軸に対して直交する軸をY軸とし、原点をゴルフクラブヘッドの重心Gとした座標軸をとったときに、ゴルフクラブヘッド5の互いに直交する3つの慣性主軸 ξ , η , ζ のうちでX軸とのなす角度が最も小さい慣性主軸をXZ平面に投影した直線と、X軸とのなす角度 θ を 10° 以上 40° 以下に設定する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ゴルフクラブヘッドを所定のライ角およびロフト角で平面に設置した場合に、該平面に垂直な方向を Z 軸、ゴルフクラブヘッドのフェース面の図心における接線に対して平行でかつ上記 Z 軸に垂直な軸を X 軸、上記 Z 軸及び X 軸に対して直交する軸を Y 軸とし、原点をゴルフクラブヘッドの重心とした座標軸をとったときに、

ゴルフクラブヘッドの互いに直交する 3 つの慣性主軸のうちで X 軸とのなす角度が最も小さい慣性主軸を X Z 平面に投影した直線と、X 軸とのなす角度を 10° 以上 40° 以下に設定したゴルフクラブヘッド。

【請求項 2】 上記ゴルフクラブヘッドの互いに直交する 3 つの慣性主軸のうち最も X 軸とのなす角度が小さい慣性主軸の回りの主慣性モーメントが、互いに直交する 3 つの慣性主軸のうちで最も Z 軸とのなす角度が小さい慣性主軸回りの主慣性モーメントよりも小さい請求項 1 に記載のゴルフクラブヘッド。

【請求項 3】 上記ゴルフクラブヘッドは、その重量分配を変化させて、上ラブヘッドの互いに直交する 3 つの慣性主軸の内 X 軸とのなす角度が最も小さい慣性主軸を X Z 平面に投影した直線と X 軸とがなす角度を 10° 度以上で 40° 度以下になるように設定している請求項 1 または請求項 2 に記載のゴルフクラブヘッド。

【請求項 4】 トウ側上部および／またはヒール側下部の重量分配を大きくしている請求項 3 に記載のゴルフクラブヘッド。

【請求項 5】 上記ゴルフクラブヘッドはアイアン型であって、そのネック部を構成する材料の比重を他の部分の材料の比重よりも小さくしている請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載のゴルフクラブヘッド。

【請求項 6】 トウ側上部および／またはヒール側下部に、ヘッド部材よりも比重の大きな金属を配置することにより、トウ側上部および／またはヒール側下部の重量分配を大きくしている請求項 4 に記載のゴルフクラブヘッド。

【請求項 7】 ウッド型ゴルフクラブヘッドを所定のライ角およびロフト角で平面に設置した場合に、該平面に垂直な方向を Z 軸、ゴルフクラブヘッドのフェース面の図心における接線に対して平行で、かつ上記 Z 軸に垂直な軸を X 軸、上記 Z 軸および X 軸に垂直な軸を Y 軸とし、原点をゴルフクラブヘッドの重心とした座標軸をとった時、該ゴルフクラブヘッドを Y 軸方向から見た時のフェースの輪郭を囲む領域の二次モーメントのうち、最小二次モーメントのモーメント軸と上記 X 軸とがなす角度が 0° 度～ 20° 度の範囲であって、かつ、トウ側上部および／またはヒール側下部の重量分配を大きくして、該ゴルフクラブヘッドの互いに直交する 3 つの慣性主軸の内 X 軸とのなす角度が最も小さい慣性主軸を X Z 平面に投影した直線と X 軸とがなす角度が 10° 度以上で 40°

度以下になるように設定したウッド型ゴルフクラブヘッド。

【請求項 8】 上記ウッド型ゴルフクラブヘッドは中空構造で、その殻の平均的な肉厚よりも、トウ側上部および／またはヒール側下部の肉厚を大としている請求項 7 に記載のウッド型ゴルフクラブヘッド。

【請求項 9】 上記ウッド型ゴルフクラブヘッドは、本体を木製、樹脂製あるいは複合材製で構成した中実あるいは中空構造で、トウ側上部および／またはヒール側下部に、該本体材料よりも比重の大きな金属製重量体を配置している請求項 7 に記載のウッド型ゴルフクラブヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ゴルフクラブヘッドに関し、特に、アベレージゴルファーの打点分布に合わせてスウィートエリアを設定することによる飛距離と飛球方向の安定性向上に関するものである。

【0002】

【従来の技術】ゴルフクラブヘッドのフェース面には、ゴルフボールを打球したときの反発係数が高い領域（スウィートエリア）が存在する。打球時にこのスウィートエリアにゴルフボールを当てることができれば、大きな飛距離が得られ、かつ打球の方向性も安定する。しかし、特に、平均的な技量のゴルファー（アベレージゴルファー）の場合には、打球するゴルフボールがフェース面上に当たる位置（打点）にばらつきがあつて一定せず、フェース面上の打点の分布（打点分布）の面積が比較的大きい。よって、アベレージゴルファーがスウィートエリアで確実にゴルフボールを打球するのは、必ずしも容易ではない。

【0003】これに対して、従来より、上記スウィートエリアを拡大したり、スウィートエリアの位置をゴルファーの打点分布に合わせることにより、確実にスウィートエリアで打球できるようにする試みがなされている。

【0004】まず、上記スウィートエリアを拡大する試みとしては、ゴルフクラブヘッドの慣性モーメントが大きいとスウィートエリアの面積も大きいことが周知であることから、例えば、アイアンのクラブヘッドをフェース面と反対側の面に凹部（キャビティ）を設けた形状（キャビティバック形状）とし、重量をヘッドの周辺部に配置することや、ゴルフクラブヘッドの構成材料や構造を工夫してヘッドを大型化することで、慣性モーメントを大きく設定し、図 12 (A) 中、1 で示すスウィートエリアを、1' で示すようなスウィートエリアに拡大する試みがある。

【0005】次に、スウィートエリアの位置をゴルファーの打点分布に合わせようとする試みとしては、スウィートエリアの中心がクラブヘッドの重心からフェース面に下ろした垂線の足の位置にほぼ一致することから、ゴ

ルフクラブヘッドの重心位置を低くしたり、図 12

(B) で示すように、ゴルフクラブヘッドの重心をトゥ側に設定することにより、1 で示すような位置にあったスウィートエリアを、1' で示す位置に移動させる試みがある。

【0006】この種の試みに該当し、あるいはこれに関連する従来技術として以下のものがある。まず、特開平 5-57034 号公報には、ゴルフクラブヘッドの慣性主軸に着目し、この慣性主軸の近傍の重量配分を大きくすることにより、慣性モーメントを増大させたゴルフクラブヘッドが開示されている。

【0007】また、特公平 4-56629 号公報には、ウッドクラブヘッドでゴルフボールを打球するときに、打点がゴルフクラブヘッドの重心を外れるとクラブヘッドが回転することによりボールにスピンが生じ、打点が重心よりトゥ寄りであればゴルフボールにフックスピンがかかり、ヒール寄りであればゴルフボールにスライスピンがかかる現象（ギア効果）に着目し、さまざまな打点についてこのギア効果を調査し、上記フックスピンとスライスピンの境界を構成する軸（真の回転軸）を見いだすことによりゴルフクラブヘッドの改良を図ることが記載されている。すなわち、この特公平 4-56629 号公報では、上記“真の回転軸”を軸としてウッドクラブヘッドの凸面形状を設定し、また、“真の回転軸”に対して直角方向の重量配分を大きく設定することにより、慣性モーメントを増加させている。

【0008】また、米国特許 5,224,705 号には、上記キャビティーバック形状のアイアンにおいて、キャビティーの形状を工夫して、ゴルフクラブヘッドのトゥの上部とヒールの下部の重量配分を大きくすることにより、上記真の回転軸回りの慣性モーメントを増大させることが記載されている。

【0009】一方、本発明者は、実際に打球実験を行うことにより、アベレージゴルファーがゴルフボールを打球した時の打点分布を調査した。この調査では、5 番アイアン、1 番ウッド、9 番アイアンの 3 種類のゴルフクラブヘッドについて、15 人のアベレージゴルファーが、実際に所定数のゴルフボールを打球して打点分布を調べた。

【0010】図 13 は、5 番アイアンの打点分布の一例（上記 15 人の被験者のうちの 1 名についての打点分布）を示している。この図 13 中、横軸 x は、図 14 (A), (B) に示すように、ゴルフクラブヘッド 5 を所定のライ角 α 及びロフト角 β となるように平面 7 に配置したときに、この平面 7 に対して平行な軸であって、フェース面 5a 上における、フェース面 5a の図心 R からゴルフクラブヘッド 5 のヒール（ゴルフクラブヘッド 5 のネック部 5b 側の端部）5c 側及びトゥ（ゴルフクラブヘッド 5 のネック部 5b と反対側の端部）5d 側への距離を示している。一方、縦軸 z は、フェース面 5a

上におけるフェース面 5a の図心 R から上記横軸 x に垂直な方向（上下方向）の距離を示している。

【0011】上記図 13 に示すように、アベレージゴルファーの打球分布は 10 で示すような横軸 x 方向に細長い楕円形状を示し、かつ、この楕円形状は、上記所定のライ角 α 及びロフト角 β でゴルフクラブヘッド 5 を配置したときのゴルフクラブヘッド 5 の底部 5e 及び平面 7 に対して傾いている。

【0012】上記図 13 に示す各打点 11 について、上記横軸 x 及び縦軸 z の座標を測定し、さらに、最小二乗法により打点分布が構成する楕円 10 の長軸 L を求め、打点分布の構成する楕円 10 の傾きを求めた。この打点分布の傾きとして、上記図 14 (A), (B) に示すように、ゴルフクラブヘッド 5 を所定のライ角 α 及びロフト角 β を形成するように平面 7 上に配置したときに、ゴルフクラブヘッド 5 の重心 G を原点として、平面 7 に垂直な方向の軸を Z 軸、フェース面 5a の図心 R における接線であって Z 軸に垂直な軸を X 軸（アイアンヘッドの場合には、フェース面 5a はであるのでフェース面 5a に平行でかつ Z 軸に垂直な軸が、この X 軸となる。）、 X 軸及び Z 軸に垂直な軸を Y 軸とする直交座標軸を設定し、上記打点分布の長軸 L の XZ 平面への投影線 L' が X 軸となす角度を求めた。

【0013】15 人の被験者について、5 番アイアンで打球したときの上記打点分布の傾きを調べたところ、打点分布の傾きの人数分布は図 15 (B) に示すようになった。同様に、1 番ウッド及び 9 番アイアンについても、各被験者の打点分布及び打点分布の傾きを調べたところ、その人数分布は図 15 (A), (C) に示すようになった。これら図 15 (A), (B), (C) より、アベレージゴルファーが打球した場合の上記打点分布の傾きは、ゴルフクラブヘッドの種類にほぼ関係なく 10° から 40° の範囲に集中していることが分かった。

【0014】しかしながら、上記本発明者が実験により見いだしたアベレージゴルファーの打点分布と、上記従来のスウィートエリアの面積を拡大したり、スウィートエリアの位置を変更する試みとを比較すると、上記図 12 (A), (B) に示すように、アベレージゴルファーの打点 11 の分布の長軸 L の傾きとスウィートエリア 1', 1' ' とのずれが大きく、アベレージゴルファーの打点分布とスウィートエリアが一致していない。また、慣性モーメントを大きくしてスウィートエリアを拡大する試みについては、クラブヘッドとしての機能を考慮すると、クラブヘッドの重量はある程度の重量より重くすることができないため、慣性モーメントを大きくすることには限界がある。

【0015】一方、上記特開平 5-57034 号公報は、慣性主軸の近傍の重量配分を大きくして慣性モーメントを増加させるに過ぎず、フェース面上のスウィートエリアの位置や傾きを変更するものではないため、上記

10

20

30

40

50

本発明者が見いだしたアベレージゴルファーの打点分布にスイートエリアを設定することはできない。

【0016】また、特公平4-56629号や米国特許5,224,705号は、上記のようにギア効果に関する真の回転軸に着目してゴルフクラブヘッドの改良を図るものであり、ゴルファーの打点分布とスイートエリアの関係を直接考慮していない。従って、これらの従来技術に基づいて、スイートエリアをアベレージゴルファーの打点分布に合わせるということとはできない。

【0017】一方、特開平7-124275号には、打点分布に着目してゴルフクラブヘッドの改良を行うことについて記載されている。すなわち、この特開平7-124275号には、フェース面上におけるゴルフボールの打点分布が楕円状であり、かつ、クラブヘッドの底部に対して傾斜することに着目し、平面に投射したフェース形状の最小慣性モーメントを示す主軸の向きを打点分布の楕円の長軸に合わせることが記載されており、ドライバーのフェースの境界を全く外れて、又は部分的に外れて打つ頻度を減らすことを目的としている。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記特開平7-124275号の場合も、スイートエリアを実際の打点分布に適合させることが容易でない。その理由は、実際のゴルフクラブヘッドの形状は、三次元形状であり、重量も三次元的に分布しているため、慣性モーメントも、この三次元的な形状及び重量分布を考慮して設定する必要がある。しかし、上記特開平7-124275号では、フェース面を平面に投影した形状の最小慣性モーメントを示す向きを上記打点分布に合わせており、いわばフェース面を平板と考えて、この平板の慣性モーメントを考慮したに過ぎず、上記のように三次元的な形状及び重量分布を有する現実のゴルフクラブヘッドのスイートエリアを、アベレージゴルファーの打点分布に合わせることは容易でない。

【0019】また、上記特開平7-124275号の構成として、仮に、アベレージゴルファーの打点分布に合わせてスイートエリアを傾斜させた形状とすることができても、ゴルフクラブヘッドの形状が従来の形状とは大きく異なることとなる。その場合、非常にメンタルなスポーツであると言われるゴルフにおいては、見た目が従来の形状と異なるゴルフクラブヘッドはゴルファーには受け入れられ難い。

【0020】本発明は、上記した従来のゴルフクラブヘッドにおける問題に鑑みてなされたもので、フェース面上のスイートエリアの形状をアベレージゴルファーの打点分布に合わせることにより、アベレージゴルファーがゴルフボールを打球した時の飛距離、飛行方向の安定性等の向上を図ることを第1の課題としている。

【0021】さらに、本発明は、スイートエリアの形状をアベレージゴルファーの打点分布にあわせて傾斜さ

せた場合においても、従来のゴルフクラブヘッドの形状と変わらないゴルフクラブヘッドを提供することを第2の課題としている。

【0022】さらにまた、本発明は、アイアン型およびウッド型のゴルフクラブヘッドにおいて、スイートエリアの形状をアベレージゴルファーの打点分布にあわせて傾斜させることができる最適な構造を提供することを第3の課題としている。

【0023】

【課題を解決するための手段】本発明者は、まずもって、第1の課題を解決するため、ゴルフクラブヘッドの重量や慣性モーメント等の力学的特性がゴルフクラブヘッドのスイートエリアに及ぼす影響について種々のシミュレーション、実験により詳細に調べ、スイートエリアの形状は、クラブヘッドの慣性主軸及び主慣性モーメントに依存することを明らかにした。以下、スイートエリアと慣性主軸及び主慣性モーメントの関係について説明する。

【0024】まず、スイートエリアとは、一般的には上記したようにフェース面上の反発係数が大きい領域をいうが、公式の定義がない。そこで、フェース面上の反発係数が最大となる打点での反発係数（最大反発係数）に対して、反発係数が一定値だけ低下するフェース面上の点を結んだ領域をスイートエリアとする。なお、上記反発係数はゴルフクラブヘッドによって打球された直後のゴルフボールの初速度を、打球の瞬間（インパクト）直前のゴルフクラブヘッドの速度で割ったものである。以下の説明では、上記反発係数の低下の一定値を0.02とする。この反発係数の0.02の低下は、ゴルフクラブヘッドの種類や打球するゴルフボールにもよるが、約5ヤードの飛距離の低下に相当する。

【0025】三次元の直交座標軸（X-Y-Z座標系）を設定した場合、X軸、Y軸及びZ軸まわりの慣性モーメント I_{xx} 、 I_{yy} 、 I_{zz} は、下記の式で定義される。

【0026】

【数1】

$$I_{xx} = \int \rho(r)(Y^2 + Z^2) dV$$

$$I_{yy} = \int \rho(r)(Z^2 + X^2) dV$$

$$I_{zz} = \int \rho(r)(X^2 + Y^2) dV$$

【0027】また、慣性乗積が下記の式で定義される。

【0028】

【数2】

$$I_{xy} = I_{yx} = \int \rho(r) XY dV$$

$$I_{zx} = I_{xz} = \int \rho(r) ZX dV$$

$$I_{yz} = I_{zy} = \int \rho(r) YZ dV$$

【0029】上記式(1)、(2)において、 ρ は密度で位置ベクトル r の関数である。剛体の重心を上記直交

座標軸の原点とした場合、角運動量 L と角速度 ω との関係式は、上記慣性モーメント及び慣性乗積を用いて、下記のように表される。

$$L = I \omega$$

$$\begin{bmatrix} L_x \\ L_y \\ L_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_{xx} & I_{xy} & I_{xz} \\ -I_{yx} & I_{yy} & I_{yz} \\ -I_{zx} & -I_{zy} & I_{zz} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_x \\ \omega_y \\ \omega_z \end{bmatrix}$$

【0031】上記式(3)において、 L_x 、 L_y 、 L_z は角運動量の X 、 Y 、 Z 成分、 ω_x 、 ω_y 、 ω_z は角速度の X 、 Y 、 Z 成分である。

【0032】慣性主軸とは、剛体の運動を考察するための座標軸を設定する際に参照する軸であり、この慣性主軸を直交座標軸にとると、上記角運動量 L と角速度 ω との関係を示す式(3)中、下記の3行3列の対称行列の非対角項($-I_{xy}$ 、 $-I_{xz}$ 、 $-I_{yx}$ 、 $-I_{yz}$ 、 $-I_{zx}$ 、 $-I_{zy}$)が0となり、関係式が独立となる。従って、この3行3列の対称行列の固有ベクトルが慣性主軸の方向を示している。

【0033】

【数4】

$$\begin{bmatrix} I_{xx} & -I_{xy} & -I_{xz} \\ -I_{yz} & I_{yy} & -I_{yz} \\ -I_{zx} & -I_{zy} & I_{zz} \end{bmatrix}$$

【0034】主慣性モーメントとは、慣性主軸まわりの慣性モーメントをいう。

【0035】まず、図16(A)に示すように、 X' 軸方向(横方向)の長さが Z' 軸方向(縦方向)の長さに対して十分に長く、かつ均質な長方形板15に対して垂直にボールが衝突する場合について、スウィートエリアと慣性主軸及び主慣性モーメントの関係を検討する。

【0036】この場合、スウィートエリア16は X' 軸と長軸方向が一致し、 Z' 軸と短軸方向が一致する X' 軸方向に長いほぼ楕円形状となる。スウィートエリア16の長軸及び短軸が X' 軸、 Z' 軸と一致するのは、長方形板15は X' 軸及び Z' 軸に対して対称であるため、慣性主軸 ξ 、 ζ が X' 軸、 Z' 軸と一致するためである。また、スウィートエリア16が上記のように X' 軸方向に長い形状となるのは、 Z' 軸と一致する慣性主軸 ζ 回りの主慣性モーメントが、 X' 軸と一致する慣性主軸 ξ まわりの主慣性モーメントよりも大きいからである。

【0037】次に、図16(B)に示すように、上記長方形板15の四つの頂点17a、17b、17c、17dのうち、一方の対角線 a_1 にある頂点17b、17d近傍の部分の重量をもう一方の対角線 a_2 にある頂点17a、17cに移す。この場合、板17'の全重量は図16(A)の長方形板15と同じであるが、スウィートエリア16は、上記重量を移動させた対角線 a_2 へ

【0030】

【数3】

10 向けて回転する。また、このときの慣性主軸を求めると、慣性主軸 ξ 、 ζ とも上記重量を移動した対角線 a_2 の向きに回転し、スウィートエリア16の軸の位置と同様の位置となる。ただし、慣性主軸は全体の重量配分により決まるため、上記のように重量の一部分を移動させた場合でも必ずしもその移動方向にその移動量だけ回転するとは限らない。

【0038】以上より、長方形板17に対して垂直にボールが衝突する場合には、スウィートエリア16の形状は、慣性主軸 ξ 、 ζ と、この慣性主軸 ξ 、 ζ まわりの主慣性モーメントに依存することが分かる。長方形板15に上記ゴルフクラブ5のロフト角 β (図14(B)参照)に相当する角度を持たせてボールを衝突させる場合についても、さらに、単なる板でなく、十分に厚みを有した直方体の場合についても、本発明者がシミュレーションを行ったところ、フェース面5a上のスウィートエリアの形状が慣性主軸及び主慣性モーメントに依存することが確認できた。

【0039】本発明は、このように慣性主軸と主慣性モーメントの設定によりスウィートエリアを所望の形状に設定できることに基づいて、スウィートエリアの形状を上記実験的に求めたアベレージゴルファーの打点分布に合うようにスウィートエリアを設定するものである。

【0040】従って、請求項1は、ゴルフクラブヘッドを所定のライ角およびロフト角で平面に設置した場合に、該平面に垂直な方向を Z 軸、ゴルフクラブヘッドのフェース面の図心における接線に対して平行でかつ上記 Z 軸に垂直な軸を X 軸、上記 Z 軸及び X 軸に対して直交する軸を Y 軸とし、原点をゴルフクラブヘッドの重心とした座標軸をとったときに、ゴルフクラブヘッドの互いに直交する3つの慣性主軸のうちで X 軸とのなす角度が最も小さい慣性主軸を XZ 平面に投影した直線と、 X 軸とのなす角度を 10° 以上 40° 以下に設定したゴルフクラブヘッドを提供するものである。

【0041】この請求項1のようにゴルフクラブヘッドの慣性主軸を設定した場合、フェース面のスウィートエリアがアベレージゴルファーの打点分布と一致する。

【0042】請求項2は、請求項1において、上記ゴルフクラブヘッドの互いに直交する3つの慣性主軸のうち最も X 軸とのなす角度が小さい慣性主軸の回りの主慣性モーメントが、互いに直交する3つの慣性主軸のうちで

最もZ軸とのなす角度が小さい慣性主軸回りの主慣性モーメントよりも小さいゴルフクラブヘッドを提供するものである。

【0043】この請求項2のように、3つの慣性主軸のうちX軸とのなす角度が小さい慣性主軸の回りの主慣性モーメントを、3つの慣性主軸のうちで最もZ軸とのなす角度が小さい慣性主軸回りの主慣性モーメントよりも小さく設定した場合には、フェース面のスイートエリアは、トゥ側上部からヒール側下部方向の長さが、この方向に対して直角な方向の長さよりも長くなり、上記アベレージゴルファーの打点分布の形状により近くなる。

【0044】上記ゴルフクラブヘッドの互いに直交する3つの慣性主軸の中でX軸とのなす角度が最も小さい慣性主軸をXZ平面に投影した直線とX軸とがなす角度を10度以上で40度以下になるように設定するため、ゴルフクラブヘッドの重量分布を変化させている。(請求項3)具体的には、例えば、トゥ側上部および／またはヒール側下部の重量分配を大きくしている。(請求項4)

【0045】上記ゴルフクラブヘッドがアイアン型ゴルフクラブヘッドの場合、そのネック部を構成する材料の比重を他の部分の材料の比重よりも小さくして、ゴルフクラブヘッドの互いに直交する3つの慣性主軸の中でX軸とのなす角度が最も小さい慣性主軸をXZ平面に投影した直線とX軸とがなす角度を10度以上で40度以下になるように設定することが好ましい。(請求項5)

【0046】また、トゥ側上部および／またはヒール側下部に、ヘッド部材よりも比重の大きな金属を配置することにより、トゥ側上部および／またはヒール側下部の重量分配を大きくしていることが好ましい。(請求項6)

【0047】ゴルフクラブヘッドの重量分布を変化させる場合、ネック部の重量が大きな影響を持ち、上記したゴルフクラブヘッドの互いに直交する3つの慣性主軸の中でX軸とのなす角度が最も小さい慣性主軸をXZ平面に投影した直線とX軸とがなす角度を10度以上で40度以下になるように設定するためには、ネック部の長さが短くするか、あるいは／および軽量化することが望ましい。しかしながら、ネック部の長さはシャフトとヘッドとを固定するのに十分な強度を要し、ネック部を短くするとネック部とシャフトの接合部の耐久性が十分でなくなる。よって、ネック部は所要長さよりも短くできないため、本発明では、ネック部の材料は強度を有しながら軽量化が図れるアルミ合金やチタン合金等の軽金属からなる比重の小さいものをネック部を構成する材料としている。

【0048】上記構成のアイアン型ゴルフクラブヘッドは、ロストワックス法で製造し、例えば、トゥ側上部埋設部とヒール側下部埋設部とをリブで連結した重金属製のインサート部材を、軽金属からなるヘッド本体部に一

体化した構造としている。

【0049】アイアン型ゴルフクラブヘッドの製造法としては鍛造法とロストワックス法とがあるが、設計上の自由度はロストワックス法の方が高い。該ロストワックス法でゴルフクラブヘッドの重量分配を変化させる方法としては、従来、バックフェースの肉厚を所要部分で大とする方法が用いられているが、一般的にはステンレス等の単一素材からなるため、肉厚を大としても、重量配分上で限界があり、上記した弾性主軸をX軸に対して10度以上40度以下に傾けることが、従来の形状を維持したままでは容易にできない。また、調節孔を設けて、該調節孔に鉛、タングステン等のウエイト部材を挿入する場合もあるが、調節孔を設けるために後加工する必要があるとともに、ウエイト部材を挿入してもバランス配分を調整するのに手数がかかる問題があった。また、ウエイト部材を後入れした場合には、ヘッド自体のバランスが狂い易く、かつ、安定した品質のゴルフクラブヘッドを提供できない問題があった。

【0050】上記した問題に対して、請求項6のように、ウエイト部材として重金属製のインサート部材を設けて、軽金属によりインサートモールドで一体化して設けると、加工手数がかからず、かつ、安定した品質のゴルフクラブヘッドを提供できる。

【0051】上記ウエイト部材となる重金属製のインサート部材は、比重がヘッド本体部材よりも大きいものが用いられ、タングステン、コバルト、ニッケル、クロム、タンタル等の金属およびその合金が好適に用いられる。また、ヘッド本体部材としては、インサート部材よりも比重が小さい金属で、かつ、線膨張係数がインサート部材と近いものが用いられ、例えば、インサート部材がタングステンとすると、ヘッド本体部材はステンレスが好ましい。

【0052】上記アイアン型ゴルフクラブヘッドの製造法は、まず、ワックス金型内にインサート部材を保持ピンで保持した状態で、ワックス金型内の空間にワックスを注入した後、離型して、アイアン型ヘッド形状のワックスヘッドモデルを作成する。この時、インサート部材として、トゥ側上部埋設部とヒール側下部埋設部がリブで連結したものをを用いると、金型への設置が容易であると共に、ワックス注入時または下記のワックス溶出時に位置が動くことがなく、安定した位置精度がえられる。ついで、上記モデルを耐火乳液に浸漬し、さらに耐火砂を被覆する。これを乾燥した後、加熱してワックスを溶出してロストワックス型(鋳型)を形成する。この鋳型を高温で焼成して、ヘッド本体部材となる金属の熔融金属を鋳型に流しこみインサートモールドで鋳造する。鋳造後、ロストワックス型を破碎してアイアン型ゴルフクラブヘッドを取り出し、湯口等を切除し、仕上げ加工を施して製造している。

【0053】また、本発明は、請求項7で、ウッド型ゴ

10

20

30

40

50

ルフクラブヘッドを所定のライ角およびロフト角で平面に設置した場合に、該平面に垂直な方向をZ軸、ゴルフクラブヘッドのフェース面の図心における接線に対して平行で、かつ上記Z軸に垂直な軸をX軸、上記Z軸およびX軸に垂直な軸をY軸とし、原点をゴルフクラブヘッドの重心とした座標軸をとった時、該ゴルフクラブヘッドをY軸方向から見た時のフェースの輪郭を囲む領域の二次モーメントのうち、最小二次モーメントのモーメント軸（2つ存在するモーメント軸のうちのモーメントの小さい方に対応する軸）と上記X軸とがなす角度を0度

【0054】上記請求項7では、従来のゴルフクラブヘッドの形状と変わりはない状態で、スウィートエリアの傾きを打点分布の傾きに合わせたウッドヘッドを提供している。即ち、先行技術の前記特開平7-124275に開示されたゴルフクラブヘッドでは、フェースの端部により境界が定められた領域の2つの主要な慣性モーメント軸の短い方のモーメント軸（即ち、最小二次モーメントのモーメント軸）を20度から36度に傾けているが、本発明では、0度から20度の範囲として殆ど傾けずに、従来のゴルフクラブヘッドの形状と近似した形状とし、該形状としたウッドヘッドにおいて、スウィート

【0055】上記スウィートエリアを打点部分の傾きあわせるための重量分配は、請求項8に記載のように、ウッド型ゴルフクラブヘッドが中空構造の場合は、その殻の平均的な肉厚よりも、トゥ側上部および／またはヒール側下部の肉厚を大として、重量分配を変えている。

（請求項8）上記肉厚を大とする手段としては、トゥ側上部および／またはヒール側下部の肉厚を平均的な肉厚よりも突出させてもよいし、あるいは、トゥ側上部および／またはヒール側下部に向かうに従って肉厚を大としていってもよい。

【0056】また、スウィートエリアを打点部分の傾きあわせるための重量分配は、請求項9に記載のように、ウッド型ゴルフクラブヘッドが中実あるいは中空のいずれの構造の場合も、本体を木製、樹脂製あるいは複合材製で構成する一方、トゥ側上部および／またはヒール側下部に、該本体材料よりも比重の大きな金属製重量体を配置して、重量分配を変えてもよい。

【0057】

【発明の実施の形態】次に、図面に基づいて本発明について詳細に説明する。なお、以下の説明では、上記図14（A）、（B）に示すように、ゴルフクラブヘッド5

を所定のライ角 α 及びロフト角 β を形成するように平面7上に配置したときに、図14（A）、（B）及び図1（A）、（B）に示すように、ゴルフクラブヘッド5の重心Gを原点として、ゴルフクラブヘッド5を配置した平面7に垂直な方向の軸をZ軸、フェース面5aの図心Rにおける接線であってZ軸に垂直な軸をX軸（アイアンヘッドの場合には、フェース面5aは平面であるのでフェース面5aに平行でかつZ軸に垂直な軸が、このX軸となる。）、X軸及びZ軸に垂直な軸をY軸とする直交座標軸を設定する。

【0058】上記したように、アベレージゴルファーの打点分布は楕円形状であって、その長軸LのXZ平面への投影線L'がX軸となす角度は、10°から40°に集中しているため、スウィートエリアを、この打点分布に合わせるためには、X軸となす角度が最も小さい慣性主軸をXZ平面へ投射した線の傾きを10°から40°の範囲に設定する必要がある。

【0059】そこで、本発明者は、まず、図2（A）に示す市販のゴルフクラブヘッド10（住友ゴム工業（株）製FX-31の5番アイアン）の形状を変形して、慣性主軸の傾きについて調べた。なお、このFX-31は、スウィートエリアの面積を大きくするために、キャビティバック形状としたゴルフクラブヘッドである。

【0060】ゴルフクラブヘッドの3つの慣性主軸の内最もX軸となす角度が小さい慣性主軸をXZ平面に投影した直線とX軸のなす角度を上記10°から40°傾けるためには、前記図16（A）、（B）の長方形板の場合の慣性主軸及び主慣性モーメントと重量分布の関係から明らかなように、ゴルフクラブヘッドのヒール側下部及びトゥ側上部に重量を多く配置すればよい。この場合、3つの慣性主軸のうちX軸となす角度が最も小さい慣性主軸の回りの主慣性モーメントが、互いに直交する3つの慣性主軸のうちでZ軸となす角度が最も小さい慣性主軸回りの主慣性モーメントよりも小さくなり、スウィートエリアはゴルフクラブヘッドのフェース面のヒール側下部からトゥ側上部方向に細長い形状となる。

【0061】一方、ゴルフクラブヘッドのヒール側上部及びトゥ側下部に重量を多く配置することによっても、3つの慣性主軸の内最もX軸となす角度が小さい慣性主軸をXZ平面に投影した直線とX軸のなす角度を上記10°から40°傾けることができる。ただし、この場合には、3つの慣性主軸のうち最もX軸となす角度が小さい慣性主軸の回りの主慣性モーメントが、互いに直交する3つの慣性主軸のうちで最もZ軸となす角度が小さい慣性主軸回りの主慣性モーメントよりも大きくなり、スウィートエリアはゴルフクラブヘッドのフェース面のヒール側下部からトゥ側上部方向に細長い形状とならない。

【0062】上記市販のゴルフクラブヘッド10（以

下、市販品という。) 、図2 (B) に示すように市販品のゴルフクラブヘッド10からネック部10aを削除したゴルフクラブヘッド10' (試作例1) 、図2 (C) に示すように市販品のゴルフクラブヘッド10のトゥ10b側下部を20g削除したゴルフクラブヘッド10'' (試作例2) 及び図2 (D) に示すように市販品のゴルフクラブヘッド10のトゥ10b側下部を20g削除すると共にトゥ10b側上部及びヒール側下部10cの斜線を付した部分11A, 11Bを高比重の金属(タングステン) で置換したゴルフクラブヘッド10''' (試作例3) の4種類について慣性主軸の傾きを調べた。

【0063】慣性主軸及び主慣性モーメントの測定は、以下のようにして行った。まず、ゴルフクラブヘッドの3次元形状を3次元形状測定機で計測し、この3次元形

$$\xi = \begin{pmatrix} 0.9883 \\ -0.1326 \\ -0.0752 \end{pmatrix} \quad \eta = \begin{pmatrix} 0.1467 \\ 0.9618 \\ 0.2313 \end{pmatrix} \quad \zeta = \begin{pmatrix} 0.0416 \\ -0.2396 \\ 0.9700 \end{pmatrix}$$

【0066】これらの方向余弦とX軸方向の単位ベクトル $e(1, 0, 0)$ との内積が最も小さい慣性主軸 ξ, η, ζ が、X軸とのなす角度が最も小さい慣性主軸である。例えば、上記慣性主軸 ξ の方向余弦と上記X軸方向の単位ベクトル e の内積は、下記の式(6)で表される。

【0067】

【数6】

$$\vec{\xi} \cdot \vec{e} = |\xi| |e| \cos \phi$$

(ϕ は両ベクトルのなす角度)

【0068】上記市販品、試作例1, 2, 3について、3つの慣性主軸 ξ, η, ζ の方向余弦とX軸方向の単位ベクトルとの内積を計算すると、いずれも慣性主軸 ξ がX軸とのなす角度が最も小さい慣性主軸であった。上記慣性主軸 ξ をXZ平面に投射した投射線 ξ' とX軸のな

状計測データを基に、構造解析用のプリプログラムを用いて有限要素法(FEM)モデルを作成する。次に、このFEMモデルを用いて、市販の解析用ソフトにより慣性主軸及び主慣性モーメントを計算した。(この種のソフトとしては、例えば、日本総合研究所(株)販売の汎用衝突解析ソフトLS-DYNAがある。このソフトは衝突時の応力等を計算する解析ソフトであるが、物体の初期形状での慣性主軸及び主慣性モーメントを計算することができる。)

【0064】上記市販品については、3つの慣性主軸 ξ, η, ζ の方向余弦は下記の式(5)に示すようになった。

【0065】

【数5】

す角度 θ は、方向余弦のX成分とZ成分から下記の式(7)により求められる。なお、上記X軸のなす角度 θ の正負は、図1 (B)において、Y軸の正方向からヘッドを見たときの時計回りの方向を正としている。よって、図1 (B)に図示している角度 θ_f は負である。

【0069】

【数7】

$$\theta = \tan^{-1}(Z成分/X成分)$$

【0070】上記のようにして、市販品、試作品1, 試作品2及び試作品3について、上記の方法でX軸とのなす角度が最も小さい慣性主軸 ξ をXZ平面に投影した直線とX軸がなす角度を測定したところ、下記の表1のようになった。

【0071】

【表1】

	重量(g)	慣性主軸の傾き θ (度)
市販品	250	-4.3
試作品1	233	5.6
試作品2	213	9.8
試作品3	246	21.2

【0072】この表1に示すように、市販品10の慣性主軸の傾きが-4.3°であるのに対して、試作品1, 試作品2, 試作品3のように重量配分を変化させることで、慣性主軸の傾き θ を種々の値に設定できることが確認できた。なお、慣性主軸の傾き θ を、変化させる方法

は、上記のものに限定されず、例えば、図3 (A)に示すゴルフクラブヘッド12のように、市販品10のゴルフクラブヘッドに対して、斜線で示すようにフェース面12aの上端部分を大きくし、クラブヘッドの上端部分(トップブレード)の傾斜角を大きくしてもよい。ま

た、図3(B)に示すゴルフクラブヘッド13のように、ソール形状においてソール厚さをヒール13aからトゥ13bに向けて薄くすると共に、トップブレードの厚さTをヒール13aからトゥ13bに向けて徐々に厚くしてもよい。なお、上記試作品1, 2, 3のように必ずしもネック部を無くす必要はなく、高比重の合金を必ずしも用いる必要はない。

【0073】上記慣性主軸及び主慣性モーメントの計算は、3次元形状計測データからCADで作成したサーフェスモデルを用いてもよい。この場合、サーフェスモデルのサーフェス面で囲まれる体積の重心および重心を通りX軸、Y軸及びZ軸の各座標軸回りの慣性モーメントおよび慣性乗積を上記した定義の式に従って計算により求める。この方法では、CADモデルを微小な体積要素に分割し、体積要素毎の位置と質量から各体積要素に関する慣性モーメント及び慣性乗積を算出し、全体積要素について足し合わせるのが一般的である。また、この場合慣性主軸は、上記式(4)で示す3行3列の対称行列の固有値及び固有ベクトルを計算して求める。この際、上記式(4)の固有方程式を解析的に解いて求めても良

い、Jacob i 法等の数値計算により求めてもよい。
【0074】次に、上記のようにスウィートエリアの形状は、慣性主軸及び主慣性モーメントに依存し、また、ゴルフクラブヘッドの重量配分を変化させれば、慣性主軸の傾きを変化させられることに基づいて、上記X軸に対する長軸の傾きが1°から4°であるアベレージゴルフファーの打点分布に適合する形状のスウィートエリ

アを有する第1実施形態から第5実施形態のゴルフクラブヘッドを製作した。

【0075】第1実施形態から第5実施形態のゴルフクラブヘッドは、上記市販のゴルフクラブヘッドである住友ゴム工業(株)製のFX-31の5番アイアンを基本形状として、図4に示すゴルフクラブヘッド15を基準に、ネック部15fの長さを10mmとすると共に、各部の寸法を下記の表2に示す寸法に調節し、X軸に対する角度が最も小さい慣性主軸のX軸に対する傾きを上記10°~40°に設定している。

【0076】第6実施形態においては、10mmのネック部15fに、図3(A)(B)に示すように、20mmのチタン製円筒材18を突き合わせ接着継手構造で、エポキシ系接着剤を用いて接着して、ネック部の全長を30mmとしている。

【0077】図5中、1はネック部15fの長さ、A1はトゥ15a側のフェース面15bの幅、A2はヒール15c側のフェース面15bの幅、B1はトゥ15a側のブレード15dの幅、B2はヒール15c側のブレード15dの幅、C1はトゥ15a側のソール15eの幅、C2はヒール15c側のソール15eの幅を示している。

【0078】第1実施形態から第6実施形態のゴルフクラブヘッド15の寸法は、下記の表2に示す通りである。

【0079】

【表2】

	重量 (g)	ネック長 1 (mm)	フェース幅 A1 (mm)	フェース幅 A2 (mm)	ブレード幅 B1 (mm)	ブレード幅 B2 (mm)	ソール幅 C1 (mm)	ソール幅 C2 (mm)	慣性主軸 の傾き (deg.)	反発係数		
										打点A	打点B	低下率 (%)
第1比較例 (DP-201)	262	50	51.5	32.5	4.0	4.0	17.5	12.0	-12	1.480	1.421	96.0
第2比較例 (FX-31)	250	50	53.5	31.0	7.5	7.5	21.5	15.0	-4	1.446	1.396	96.5
第3比較例	248	10	53.5	31.0	7.5	7.5	21.5	15.0	0	1.450	1.404	96.8
第1実施形態	250	10	53.5	31.0	7.5	7.5	18.0	18.0	10	1.449	1.418	97.9
第2実施形態	249	10	53.5	31.0	10.0	5.0	14.0	22.0	21	1.453	1.432	98.6
第3実施形態	250	10	60.0	31.0	12.0	4.0	10.0	25.0	31	1.441	1.420	98.5
第4実施形態	250	10	65.0	31.0	15.0	4.0	6.0	27.0	35	1.444	1.419	98.3
第5実施形態	250	10	73.0	31.0	20.0	3.0	3.0	30.0	39	1.438	1.395	97.0
第6実施形態	250	30	60.0	31.0	11.0	4.0	10.0	24.0	22	1.445	1.445	98.4

【0080】上記第1実施形態から第6実施形態のゴルフクラブヘッド15とも、上記表2の寸法を有するように、その形状をCADで作成し、ステンレス材料をNC

工作装置により削り出すことにより製作した。また、重量は上記キャビティバックの凹部の形状を調節することにより250gを目標に調節し、微調整は研磨加工によ

りおこなった。

【0081】なお、表2中、慣性主軸の傾き θ は、上記のようにCADデータに基づいてFEMモデルを作成して求めた。表2に示すように、第1から第6実施形態では、X軸となす角度が最も小さい慣性主軸の傾きが上記アベレージゴルファーの打点分布の傾きである 10° から 40° に設定されている。

【0082】上記したようにゴルフクラブヘッドのスウィートエリアの形状は慣性主軸の傾きに依存するため、X軸となす角度が最も小さい慣性主軸の傾きを上記の範囲に設定した場合には、スウィートエリアもアベレージゴルファーの打点分布の傾きである 10° から 40° の範囲に設定される。

【0083】第1実施形態から第6実施形態では、X軸となす角度が最も小さい慣性主軸の傾きを上記したアベレージゴルファーのスウィートエリアの範囲に設定しているが、上記のようにスウィートエリアの形状は主慣性モーメントにも依存する。この点については、3つの慣性主軸のうち最もX軸となす角度が小さい慣性主軸まわりの主慣性モーメントを、Z軸となす角度が小さい慣性主軸回りの主慣性モーメントよりも小さく設定することが好ましい。主慣性モーメントをこのように設定すれば、スウィートエリアはゴルフクラブヘッドのフェース面のヒール側下部からトゥ側上部方向に細長い形状となり、前記図13に示したアベレージゴルファーの打点分布の形状により適合する。

【0084】上記第1実施形態から第6実施形態のゴルフクラブヘッドの効果を確認するための実験をおこなった。この実験では、上記第1実施形態から第6実施形態のゴルフクラブヘッド15で実際にゴルフボールを打球して反発係数を測定した。また、第1から第3比較例のゴルフクラブヘッドを製作して、上記第1実施形態から第6実施形態のゴルフクラブヘッドと比較した。第1から第3比較例のゴルフクラブヘッドの寸法は、上記した表2に示す通りである。第1比較例は住友ゴム工業

(株)製のDP-201の5番アイアン相当形状であり、第2比較例は上記した住友ゴム工業(株)製のFX-31の5番アイアン相当形状である。第1比較例は背面にキャビティを設けていないフラットバック形状、第2、第3比較例は上記第1から第6実施形態と同様に、キャビティバック形状であり、材質はステンレスである。

【0085】本実験では、スウィングロボットにより、上記第1から第6実施形態及び第1から第3比較例のゴルフクラブヘッドでゴルフボールを打球して、図6で示すゴルフクラブヘッド15のフェース面15a上の位置Aと位置Bの反発係数を測定して両者を比較した。なお、打球時のヘッド速度は約 38 m/s に設定し、各ゴルフクラブヘッドの位置A及び位置Bについてそれぞれ5球ずつ打球した。

【0086】上記位置Aは、ゴルフクラブヘッドの重心からフェース面に下ろした垂線とフェースの交わる位置であり、上記のようにこの位置Aで反発係数がほぼ最大となる。一方、位置Bは、上記位置Aからフェース面15上でトゥ15a側に10mm、上側方向に5mmの位置である。

【0087】位置Bの反発係数を求めたのは、図6に示すように、位置Aと位置Bを結ぶ直線Mは、フェース面15b上での水平方向に対する角度 γ が約 27° であり、この直線MをXYZ座標系でのXZ平面に投影したときのX軸に対する角度が 24.0° であり、上記図15(A)～(C)に示す打点分布の傾きの人数分布のうち最も人数の多い方向に一致するからである。すなわち、スウィートエリアが上記打点分布の範囲の長軸と同様の角度で傾いてれば、上記位置Aの反発係数に対する位置Bの反発係数の低下が小さくなるからである。

【0088】第1から第6実施形態及び第1から第3比較例のゴルフクラブヘッドにおける位置A、位置Bでの反発係数及び位置Aの反発係数に対する位置Bでの反発係数の割合(反発係数の低下率)は、上記の表2に示す通りである。

【0089】この表2より、第1から第6実施形態のゴルフクラブヘッドでは、位置Aの反発係数に対する位置Bの反発係数の低下が、第1から第3比較例と比較して小さく、スウィートエリアの分布がアベレージゴルファーの打点分布に一致していることが確認できた。

【0090】上記アイアン型ゴルフクラブヘッドについては、図7に示す第7実施形態の構造として、X軸に対する角度が最も小さい慣性主軸のX軸に対する傾きを上記 10° ～ 40° に設定し、スウィートエリアの傾きを打点分布の傾きと一致させることも好ましい。図8

(A)～(D)は図7に示すアイアン型ゴルフクラブヘッドの製造方法を説明するための図面である。

【0091】上記第7実施形態のアイアン型ゴルフクラブヘッド100は、ロストワックス法で製造しており、インサート部材に比べて軽い金属からなるヘッド本体部20に、ヘッド本体に比べて重い金属からなるインサート部材21を埋設している。インサート部材21はトゥ100a側の上部に埋設するトゥ側上部埋設部21a、ヒール側100cの下部に埋設するヒール側下部埋設部21bと、これら埋設部21aと21bとを連結するリブ21cとよりなる。第7実施形態では、ヘッド本体部20をステンレスで形成する一方、インサート部材21をタングステンで形成している。インサート部材21は図8に示すように、埋設部21aおよび21bは略三角形の板状で、トゥ側上部埋設部21aはやや湾曲させている。

【0092】上記タングステンからなるインサート部材21は、線膨張係数が 20°C ～ 200°C において約 $5.7 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 、室温～ 800°C において約 6.1×1

$0.6/^{\circ}\text{C}$ 、熱伝導率が室温 $\sim 400^{\circ}\text{C}$ で $0.17\text{cal/cm}\cdot\text{s}\cdot^{\circ}\text{C}$ である。一方、ステンレスからなるヘッド本体部20は、線膨張係数が 25°C において $17.0\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、熱伝導率が 0°C で $0.18\text{cal/cm}\cdot\text{s}\cdot^{\circ}\text{C}$ である。

【0093】上記のように、インサート部材21とヘッド本体部材20とは線膨張係数および熱伝導率が近似したものをを用いることが好ましい。なお、インサート部材21とヘッド本体部材20の材質は、上記に限定されず、ヘッド本体部材がインサート部材より比重が小さく、かつ、線膨張係数および熱伝導率が近似したものであれば好適に用いられる。

【0094】上記アイアン型ゴルフクラブヘッド100の製造法としては、上記した如く、ロストワックス方法を用いており、図8(A)に示す上記インサート部材21を図8(B)に示す如く、まず、ワックス金型30内にインサート部材21を、該インサート部材21より突設した保持ピン21dで保持した状態で所定位置に位置決め保持する。この状態で、ワックス金型30内の空間30aに湯口30bより熔融ワックス33を注入する。ワックス33が固化した後、離型して、ワックス金型30より取り出して、図8(C)に示すアイアン型ヘッド形状のワックスヘッドモデル34を作成する。ついで、上記ワックスヘッドモデル34を耐火乳液に浸漬し、さらに耐火砂35を被覆する。ついで乾燥した後、加熱してワックス33を溶出して図8(D)に示すロストワックス型(鋳型)35を形成する。この鋳型35を高温で焼成して、ヘッド本体部材となる金属の熔融金属を鋳型に流し込み、インサート部材21を鋳ぐるんで鋳造する。鋳造後、ロストワックス型35を破碎してアイアン型ゴルフクラブヘッドを取り出し、湯口等を切除し、仕上げ加工を施して、図7に示すアイアン型ゴルフクラブヘッド100を製造している。

【0095】図7に示す第7実施形態のアイアン型ゴルフクラブヘッド100は、重量が250g、フェース面100bのトウ100a側の幅A1は51.5mm、ヒール側100cの幅A2は32.5mm、トウ側のブレード100dの幅B1は4.0mm、ヒール側のブレード100dの幅B2は4.0mm、トウ側のソール100eの幅C1は16.5mm、ヒール側のソール100eの幅C2は11.0mmである。また、ネックの長さは30mmである。

【0096】上記ゴルフクラブヘッド100のX軸に対する角度が最も小さい慣性主軸のX軸に対する傾き θ は 15° で、上記アベレージゴルファーの打点分布の範囲の $10^{\circ}\sim 40^{\circ}$ の範囲であった。

【0097】上記アイアン型ゴルフクラブヘッド100は、ロストワックス製で、インサート部材21をインサートして、トウ側上部とヒール側下部とに所要の質量を持たせているため、製造されたヘッド自体が既に所要の配分で重量分配がなされており、よって、後工程でバラ

ンス部材を挿入することなく、弾性主軸 ξ がX軸に対して $10^{\circ}\sim 40^{\circ}$ の範囲内に傾いたゴルフクラブヘッドを得ることができる。このように、製造された時点で重量分配が既になされているため、方向安定性が良好なゴルフクラブヘッドとなる。

【0098】また、インサート部材21はトウ側上部埋設部21aとヒール側下部埋設部21bとをリブ21cで連結しているため、耐久性が優れている。しかも、インサート部材21を埋設することで所要の重量分配がなされるため、従来の形状を維持したままで、慣性主軸 ξ を所要の角度に傾けることができる。

【0099】図9乃至図11は第8実施形態から第13実施形態のウッド型のゴルフクラブヘッド200を示す。これら第8実施形態から第13実施形態のウッド型ゴルフクラブヘッド200は従来のゴルフクラブヘッドと形状を殆ど変えることなく、慣性主軸 ξ をX軸に対して $10^{\circ}\sim 40^{\circ}$ の範囲に設定して、アベレージゴルファーの打点分布と対応させている。

【0100】上記ウッド型ゴルフクラブヘッド200は、図9に示すように、所定のライ角 α およびロフト角 β を形成するように平面7に設置した場合に、該平面7に垂直な方向をZ軸、ゴルフクラブヘッドのフェース面200bの図心における接線に対して平行で、かつ上記Z軸に垂直な軸をX軸、上記Z軸およびX軸に垂直な軸をY軸とし、原点をゴルフクラブヘッドの重心Gにとった時に、該ゴルフクラブヘッド200をY軸方向から見た時のフェース面200bの輪郭を囲む領域の二次モーメントのうち、最小二次モーメントのモーメント軸と上記X軸とがなす角度を、従来のゴルフクラブヘッドと略同様な $0^{\circ}\sim 20^{\circ}$ の範囲(第8実施形態では 5°)としている。

【0101】上記ゴルフクラブヘッドをY軸方向から見た時、フェース面の輪郭を囲む領域の二次モーメントのうち、最小二次モーメントのモーメント軸(2つ存在するモーメント軸のうちのモーメントの小さい方に対応する軸)と上記X軸とがなす角度、即ち、X軸に対するモーメント軸の傾き θ_m の求め方として、例えば、下記の①～④の工程からなる方法を採用している。

【0102】①ウッド型ゴルフクラブヘッドをY軸方向から写真撮影し、フェース輪郭を約60分割してデジタルで座標軸として読み取る。

②上記フェース輪郭が囲む領域を約200個の4角形の微小領域に分割し、各頂点の座標を算出する。

③k番目の微小領域の面積 A_k 、その図心の座標を位置ベクトル $r_k=(X_k, Y_k)$ として、全体の図心の位置ベクトル r_c を次式より求める。

【0103】

【数8】

$$r_g = \frac{\sum A_k r_k}{\sum A_k}$$

【0104】④図心を通り全体座標系の座標軸XYに平行な座標軸X'、Y'回りの二次モーメントを下記の式より計算する。

【0105】

【数9】

$$\begin{aligned} I_{xx} &= \sum A_k y'^2_k \\ I_{yy} &= \sum A_k x'^2_k \\ I_{xy} &= I_{yx} = \sum A_k x'_k y'_k \\ (x'_k, y'_k) &= r_k - r_g \end{aligned}$$

【0106】この時、下記の数式10の行列の小さい方の固有値に対応する固有ベクトルが最小二次モーメントに対する主軸（モーメント軸）となる。

【0107】

【数10】

$$\begin{pmatrix} I_{xx} & -I_{xy} \\ -I_{yx} & I_{yy} \end{pmatrix}$$

【0108】第8実施形態から第13実施形態のゴルフクラブヘッド200は、上記のように、ゴルフクラブヘッドをY軸方向から見た時、フェース面の輪郭を囲む領域の二次モーメントのうち、最小二次モーメントのモーメント軸と上記X軸とがなす角度、即ち、X軸に対する

モーメント軸の傾き θ_m を $0^\circ \sim 20^\circ$ の範囲として、従来のゴルフクラブヘッドと略同様とし、かつ、中空ヘッドの場合は内部構造を変化させて、また、中実ヘッドの場合はトゥ200a側の上部および/またはヒール200c側の下部に重量体を配置して、重量分配を変えることにより、従来のゴルフクラブヘッドの外観を保った状態で、ゴルフクラブヘッド200の互いに直交する3つの慣性主軸の中でX軸とのなす角度が最も小さい慣性主軸をXZ平面に投影した直線とX軸とがなす角度 θ_f が 10° 以上で 40° 以下になるように設定している。

【0109】上記構造の第8実施形態から第13実施形態のゴルフクラブヘッド200は、その外観形状を従来のゴルフクラブヘッドと同様としているため、ゴルフファーに受け入れられ易いと共に、前記第1～第7実施形態のゴルフクラブヘッドと同様に、アベレージゴルフファーの打点分布の範囲の長軸の傾きとスウィートエリアの傾きを同様としているため、アベレージゴルフファーは確実にスウィートエリアでゴルフボールを打球することができる。

【0110】第8実施形態から第13実施形態および、その比較例の第4比較例の諸元を下記の表3に示す。なお、第8実施形態は、外観は比較例4と同じであるが、ネックを除くヘッド全体を上下左右前後に90%縮小したもので、ほぼ相似している。

【0111】

【表3】

	フェース 材質 肉厚	クラウン 材質 肉厚	ソール 材質 肉厚	ネック 材質 肉厚	重り 材質 重量	慣性主軸の 傾き
第4比較例 198g	ステンレス 3.0mm	ステンレス 1.0mm	ステンレス 1.5mm	ステンレス 1.7mm	—	-7度
第8実施形態 198g	ステンレス 2.7mm	ステンレス 0.9mm	ステンレス 1.2mm	ステンレス 1.5mm	ステンレス 31g	10度
第9実施形態 198g	チタン 3.0mm	チタン 1.0mm	チタン 1.5mm	チタン 1.7mm	チタン 90g	15度
第10実施形態 198g	チタン 3.0mm	チタン 1.0mm	チタン 1.5mm	チタン 1.7mm	タングステン 90g	18度
第11実施形態 198g	チタン 2.7mm	チタン 0.9mm	チタン 1.2mm	—	タングステン 120g	35度
第12実施形態 198g	チタン 3.0mm	チタン 1.0-10.0	チタン 1.5-10.0	チタン 1.7mm	—	13度
第13実施形態 195g	バーシモン —	バーシモン —	バーシモン —	バーシモン —	ステンレス 55g	11度

【0112】第8実施形態から第13実施形態のウッド型ゴルフクラブヘッド（以下、ウッドヘッドと略す）は、第4比較例となる住友ゴム工業（株）製のウッドヘッドTOUR SPECIAL' 91と同形状であり、該第4比較例のゴルフクラブヘッドのフェースの輪郭が囲む領域の二次モーメントのうちの最小二次モーメント

の主軸（モーメント軸）とX軸とがなす角度が 5° であるため、第8実施形態から第13実施形態のゴルフクラブヘッドも上記角度は 5° である。

【0113】第4比較例のウッドヘッドは中空構造で、ステンレスで形成している。第8実施形態のウッド型ゴルフクラブヘッド（ウッドヘッドと略す）は中空構造

で、第4比較例と比べて、殻の肉厚をフェース200b、クラウン200g、ソール200e、ネック200fで薄くしており、相似形で軽くなった重量分と、この薄くした重量(51g)をトゥ200aの上部とヒール200cの下部に等しく分配している。具体的には、(25.5g)のステンレス塊を夫々殻の上記トゥ側上部とヒール側下部の内面に溶接で固着した。

【0114】第9実施形態のウッドヘッドも中空構造で、第4比較例のステンレスよりも比重が小さいチタン合金で形成し、不足した重量(90g)をトゥ側上部とヒール側下部に等しく分配した。具体的には、ヘッドの殻の内部形状を型どった45gのチタン合金塊をトゥ側上部とヒール側下部の殻内面に溶接で固着した。

【0115】第10実施形態のウッドヘッドも中空構造で、第9実施形態と同様にチタン合金で形成し、不足した重量(90g)を、ヘッドの殻の内部形状を型どった45gのタングステン合金塊をトゥ側上部とヒール側下部の殻内面に接着剤を用いて固着した。なお、接着剤による固着に変えて、焼きばめ、鑄ぐるみ等の手法を用いてもよい。この第10実施形態と上記第9実施形態の相違は、第10実施形態は高比重の材料を用いることで重量体の体積を小さくし、所望の位置に効率よく重量分配することで慣性主軸を傾けて、第8実施形態よりも慣性主軸の傾を大としている。また、重心から離れた位置に配分しやすく、慣性モーメントを大きくする点でも有利である。

【0116】第11実施形態のウッドヘッドも中空構造で、チタン合金で形成し、その肉厚は、第4比較例と比べて、フェース、クラウン、ソールの肉厚を薄くし、さらに、ネックの突出を無くしている。不足した重量は(120g)と大きく、この不足した重量を、ヘッドの殻の内部形状を型どった60gのタングステン合金塊を夫々トゥ側上部とヒール側下部の殻内面に接着剤を用いて固着した。該第11実施形態では、シャフトとの接合強度やヘッド全体の強度がやや低下するが、ヘッド速度38m/s以下のゴルフアーの試打には用いることができる。

【0117】第12実施形態のウッドヘッドも中空構造で、第4比較例のウッドヘッドと外形は変えず、クラウン肉厚をヒール側で1mmとして、トゥ側にいくに従って肉厚を大とし、トゥ先端付近では10mmとなるようにした。一方、ソールの肉厚はヒール側で10mmとし、トゥ側に行くに従って薄肉として、トゥ先端付近では1.5mmとした。該第11実施形態では、慣性主軸を傾けることに対してはやや非効率であるが、異種金属を用いないことから製造容易で、肉厚が連続しない場合に発生する応力集中を回避できる。

【0118】第13実施形態のウッドヘッドは、木製(パーシモン製)の中実構造で、住友ゴム工業(株)製のウッドヘッドPRO MODEL DP-901を上

下左右前後に約95%縮小した形状であって、目標ヘッド重量195gになるように重り55gを取り付けた。重り55gはステンレス塊とし、27.5gづつにわけてトゥ側上部とヒール側下部に重りを埋設した。この場合の慣性主軸の傾きは11°であった。

【0119】上記第8実施形態乃至第13実施形態のウッド型ゴルフクラブヘッドの効果を確認するため、その一実施形態である第10実施形態と第4比較例とについて、スウィングロボットを用いて図10に示す打点位置で夫々反発係数(ボール速度/ヘッド速度)を計測し、各打点位置に対する反発係数の分布を解析ソフト(NEC社 micro-RESEARCHER)を用いて、図11(A)(B)に示す等高線で表示させた。

【0120】上記図10に示す打点位置は、フェースの図心Rを基準にして、トゥ200a側からヒール200c側に5mm間隔で5つの打点(A~E)、これら各打点位置A~Eにおいてフェースの上から下へ5mmの間隔をあけて5つの打点(Af~Aj……Ef~Ej)の25打点とした。1つの打点の反発係数は6打の反発係数の平均値を用いた。

【0121】図11(A)の等高線は第4比較例の反発係数の等高線を示し、図11(B)は第10実施形態の反発係数の等高線を示す。図11(A)(B)より明らかのように、従来の第4比較例のゴルフクラブヘッドでは、反発係数の等高線がヒール側とトゥ側で傾きがないか、あるいはヒール側に傾きθg'で上がった状態である。これに対して、第10実施形態ではヒール側下部よりトゥ側上部に向けて傾いていた。この傾きθgはフェース面上で約17.2度、XZ平面に投影した場合、16.9度であり、ほぼ慣性主軸の傾きと一致していた。

【0122】また、アベレージゴルファーに、第10実施形態と第4比較例のゴルフクラブヘッドを用いて試打テストを行ったところ、第10実施形態のゴルフクラブヘッドを用いた場合、第4比較例のゴルフクラブヘッドと比べて、ヘッドのスweetspotをトゥ側上部やヒール側下部にやや外して打球した場合にも、反発が改善され、打球時の衝撃も少なくなったとの評価を得た。

【0123】

【発明の効果】以上の説明より明らかなように、請求項1のゴルフクラブヘッドでは、3つの慣性主軸のうち、X軸となす角度が最も小さい慣性主軸をXZ平面に投影した直線とX軸とのなす角度を10°以上40°以下に設定しているため、フェース面のスウィートエリアをアベレージゴルファーの打点分布とほぼ一致させることができる。よって、請求項1のゴルフクラブヘッドではアベレージゴルファーが打球した場合にも、確実にスウィートエリアでゴルフボールを打球することができ、ゴルフボールの飛距離及び飛行方向の安定性を向上することができる。

【0124】請求項2のように、上記3つの慣性主軸の

うちX軸とかなす角度が小さい慣性主軸の回りの主慣性モーメントを、3つの慣性主軸のうちで最もZ軸とかなす角度が小さい慣性主軸回りの主慣性モーメントよりも小さく設定した場合には、フェース面のスイートエリアは、トゥ側上部からヒール側下部方向の長さが、この方向に対して直角な方向の長さよりも長くなり、上記アベレージゴルファーの打点分布の形状により近くなる。よって、アベレージゴルファーがゴルフボールを打球した場合に、スイートエリアにゴルフボールが当たる確率が一層高くなり、ゴルフボールの飛距離及び飛行方向の安定性をより向上することができる。

【0125】請求項3のように、ゴルフクラブヘッドの重量分配を変化させると、外形をさほど変更することなく、3つの慣性主軸のうち、X軸とかなす角度が最も小さい慣性主軸をXZ平面に投影した直線とX軸とかなす角度を 10° 以上 40° 以下に設定でき、フェース面のスイートエリアをアベレージゴルファーの打点分布とほぼ一致させることができる。

【0126】特に、請求項4および請求項6のように、トゥ側上部とヒール側下部の重量分配を大きくすると、あるいは、請求項5のようにネック部を他の部分より比重の小さい材料で形成すると、簡単に、上記角度を 10° 以上 40° 以下に設定することができる。

【0127】また、請求項7に記載のウッド型ゴルフクラブヘッドでは、従来のウッド型ゴルフクラブヘッドの形状と殆ど変わらない形状で、スイートエリアの傾きを打点分布の傾きと合わせることができる。よって、ウッド型ゴルフクラブヘッドを用いてアベレージゴルファーがゴルフボールを打球した場合に、スイートエリアにゴルフボールが当たる確率を向上させ、飛距離の安定した飛行方向の安定性を向上させることができる。

【0128】上記ウッド型ゴルフクラブヘッドにおいても、請求項8および請求項9に記載のように、トゥ側上部とヒール側下部の重量分配を大きくすると、簡単にウッド型ゴルフクラブヘッドの形状を従来と殆ど変更せずに、スイートエリアの傾きを打点分布の傾きと合わせることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 (A)は本発明における座標の設定を説明するための概略斜視図、(B)は本発明に係るゴルフクラブヘッドの慣性主軸を設定するための概略斜視図である。

【図2】 (A)は市販のゴルフクラブヘッド(FX-31)を示す正面図、(B)は試作例1のゴルフクラブヘッドを示す正面図、(C)は試作例2のゴルフクラブヘッドを示す正面図、(D)は試作例3のゴルフクラブヘッドを示す正面図である。

【図3】 (A)、(B)は他の方法により重量配分を異ならせたゴルフクラブヘッドを示す正面図である。

【図4】 (A)は第6実施形態のゴルフクラブヘッドの正面図、(B)はネック部の形成方法を示す概略断面図である。

【図5】 第1～第6実施形態のアイアン型ゴルフクラブヘッドの寸法を説明するための図で、(A)はゴルフクラブヘッドの正面図、(B)はゴルフクラブヘッドの側面図である。

【図6】 実験における打点位置を説明するためのアイアン型ゴルフクラブヘッドの正面図である。

【図7】 第7実施形態のアイアン型ゴルフクラブヘッドの正面図である。

【図8】 (A)乃至(D)は第7実施形態のゴルフクラブヘッドの製造工程を示す概略図である。

【図9】 (A)は第8実施形態乃至第13実施形態のウッド型ゴルフクラブヘッドを説明するための正面図、(B)は(A)の側面図である。

【図10】 実験における打点位置を説明するためのウッド型ゴルフクラブヘッドの正面図である。

【図11】 (A)は比較例4の実験結果を示す等高線図、(B)は第10実施形態の実験結果を示す等高線図である。

【図12】 (A)は従来のスイートエリアを拡大したゴルフクラブヘッドを示す正面図、(B)は従来のスイートエリアの位置を変更したゴルフクラブヘッドを示す正面図である。

【図13】 本発明者が実験により求めたアベレージゴルファーの打点分布の一例を示す線図である。

【図14】 (A)ライ角を説明するためのゴルフクラブヘッドの正面図、(B)はロフト角を説明するためのゴルフクラブヘッドの側面図である。

【図15】 本発明者が実験により求めたアベレージゴルファーの打点分布の傾きの人数分布を示すグラフであって、(A)は1番ウッドの場合、(B)は5番アイアンの場合、(C)は9番アイアンの場合を示している。

【図16】 長方形板の場合の慣性主軸及び主慣性モーメントとスイートエリアの関係を説明するための図で、(A)は長方形板を示す正面図、(B)は長方形板の頂点近傍の一部を他の頂点に移した状態を示す正面図である。

【符号の説明】

5, 10, 12, 13, 15, 200 ゴルフクラブヘッド

ξ , η , ζ 慣性主軸

5a, 15b フェース面

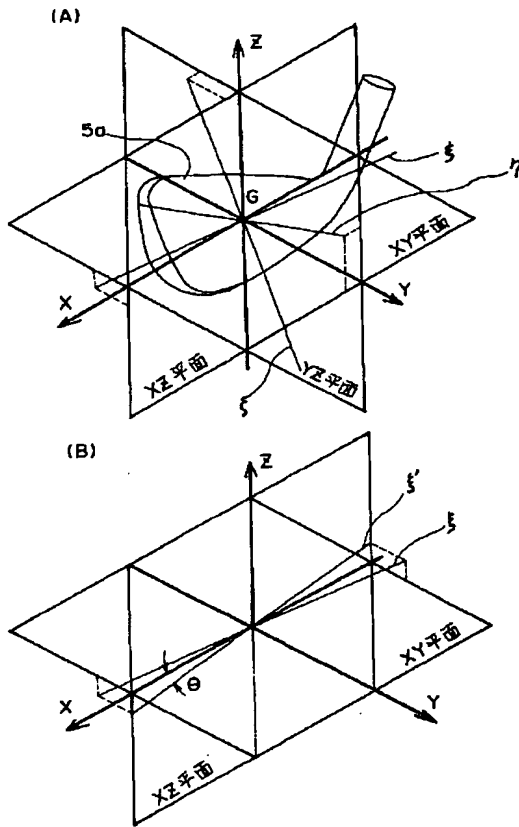
5c, 15c ヒール

5d, 15a トウ

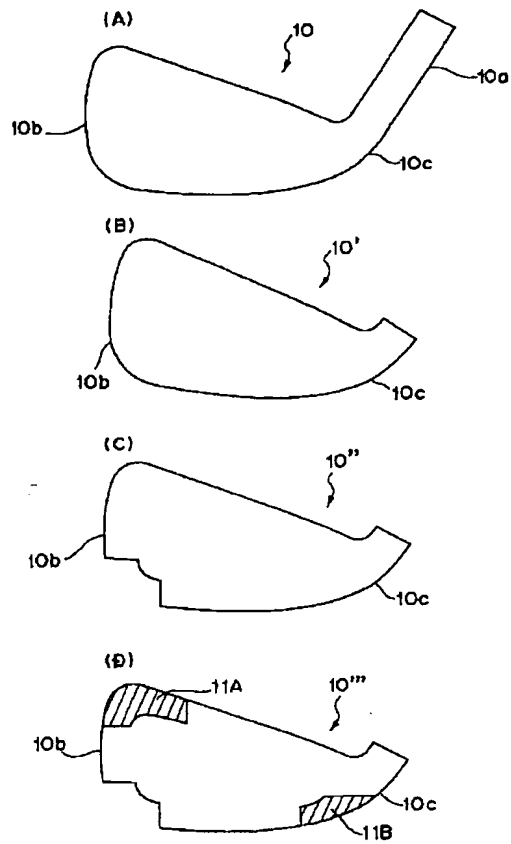
15d トップブレード

15e ソール

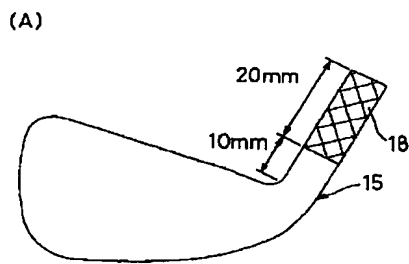
【図 1】



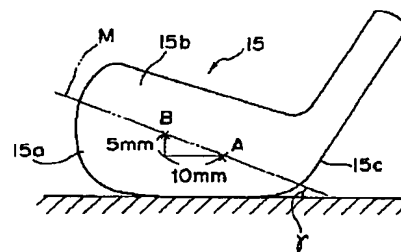
【図 2】



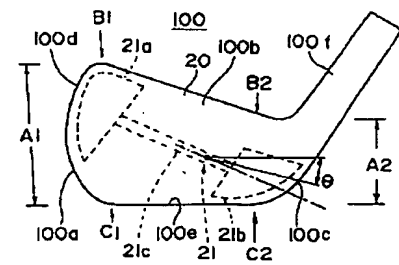
【図 4】



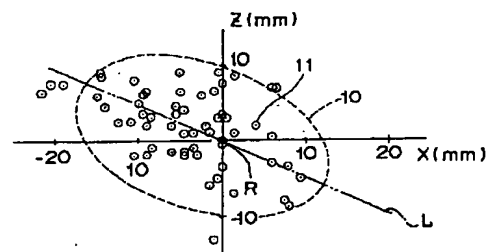
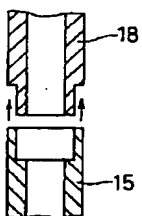
【図 6】



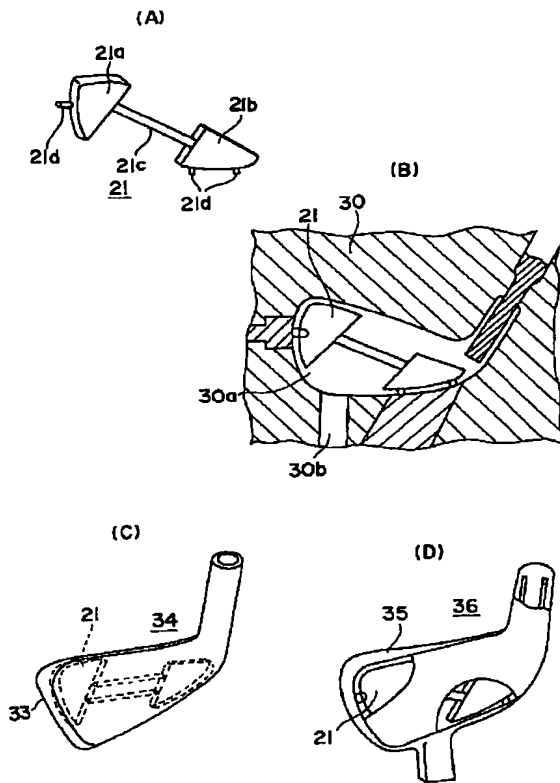
【図 7】



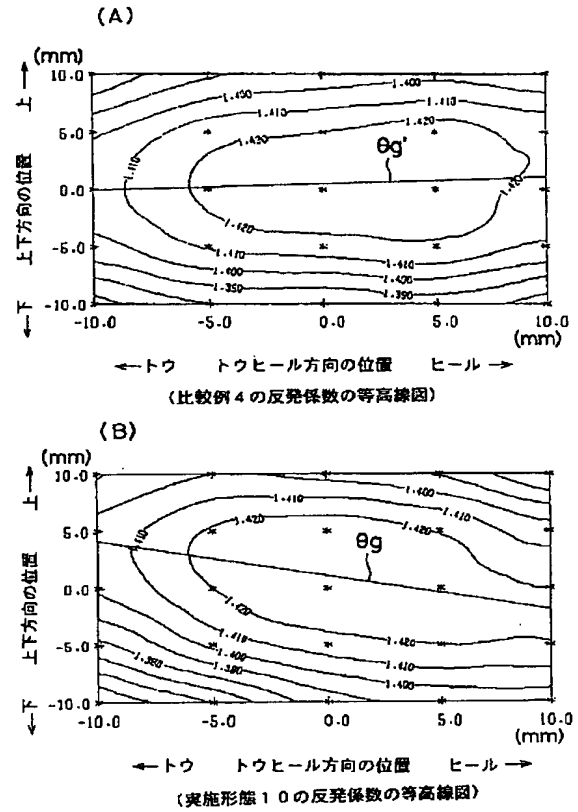
【图 13】



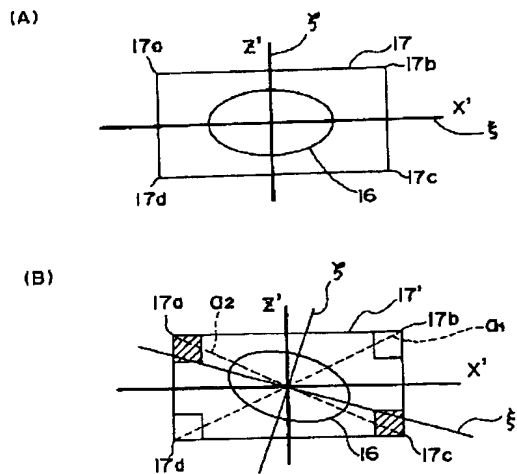
【図 8】



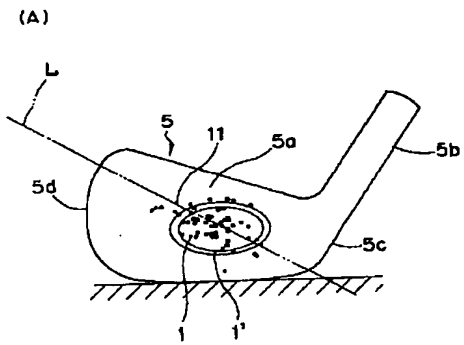
【図 11】



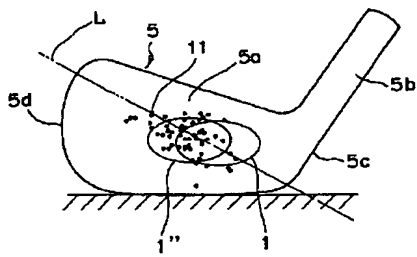
【図 16】



【図 12】

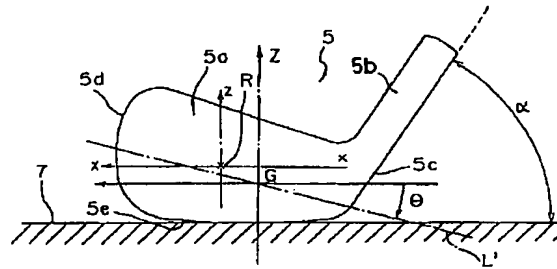


(B)

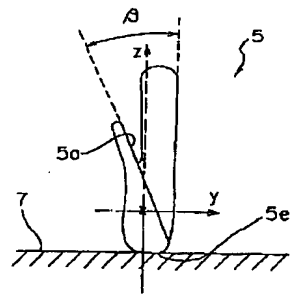


【図 14】

(A)



(B)



【図 1 5】

